



JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 2022



26 Y 27 DE OCTUBRE

SAN FRANCISCO . CÓRDOBA . ARGENTINA

 **SECYT** FACULTAD
REGIONAL
SAN FRANCISCO
SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

 **UTN** FACULTAD
REGIONAL
SAN FRANCISCO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

 **UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL**

 **AJEA**
Actas de Jornadas y Eventos
Académicos de UTN

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022 de la Universidad Tecnológica Nacional,
Facultad Regional San Francisco / compilación de Diego Martín Ferreyra ... [et al.]. - 1a
ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-42-0217-2

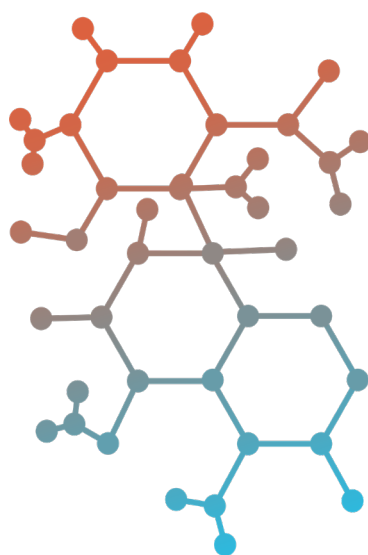
1. Ingeniería. 2. Ciencias Tecnológicas. I. Ferreyra, Diego Martín, comp. II. Título.
CDD 620.007

AJEA ISSN: 2683-8818

ISBN 978-950-42-0217-2



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

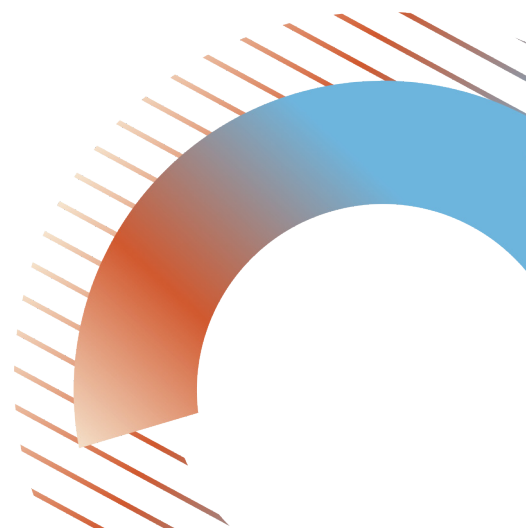


Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022

26 y 27 de octubre de 2022

Facultad Regional San Francisco

Memoria de Trabajos



Índice

Autoridades	Pág. 10
Miembros del Comité Organizador	Pág. 11
Miembros del Comité Científico	Pág. 11
Prólogo.....	Pág. 12
Palabras del Secretario de Ciencia y Tecnología Facultad Regional San Francisco.....	Pág. 13
Cronograma de Actividades	Pág. 14

Conferencias Plenarias

Ciudades Sostenibles, Saludables, Inclusivas.....	Pág. 16
Delitos Informáticos y Cibercrimen en Argentina	Pág. 17
Pericias Informáticas y Evidencia Digital	Pág. 18
Tecnologías XR/AI en Industria	Pág. 19
Generación de Energía Eléctrica a partir de Residuos Orgánicos Sistema Biodigestor - Celda de Combustible	Pág. 20
Ingeniería Inversa como Método de Desarrollo de Productos	Pág. 21
Los Poliuretanos y sus Numerosas Aplicaciones: ¿A qué se debe su Gran Versatilidad?.....	Pág. 22
Ciencia, Impacto e Innovación Colaborativa	Pág. 23
CEOP como Diagnóstico Predictivo en Equipos Electrónicos y Procesos Automatizados (Calidad de Energía Orientada a Proceso CEOP)	Pág. 24

Ingeniería Electromecánica

Aerogenerador tripala de imanes permanentes con seguimiento de punto de máxima potencia ..	Pág. 27
Fernando Juan Cagnolo, Carlos Augusto Centeno, Federico Linares, Gabriel Benedetti	
Análisis técnico-económico de generación híbrida residencial.....	Pág. 33
Vanina A. Zandoná, Ulises Manassero, Carlos Ignacio Sanseverinatti	
Auditorías energéticas en Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste.....	Pág. 39
Hugo D. Zurlo, Tatiana K. Yakimchuk, Diego M. Ferreyra	

Bienestar centrado en el estudiante..... Pág. 45
Germán Yennerich, Alberto Toloza, Carina Gazzaniga, Ignacio Castellano

Contribución sobre diseño topológico de una carcasa para generador eólico de eje vertical.... Pág. 50
Héctor O. Mina, Walter R. Tonini, Alejandro H. A. Bailo, Emanuel A. Giordano

Curvas de motores trifásicos de inducción de dos polos Pág. 56
Omar D. Gallo, Diego M. Ferreyra

Desarrollo integral del plan de expansión de una red de distribución. Propuesta de indicadores técnicos y económicos para su evaluación..... Pág. 62
Francisco Espíndola, Ulises Manassero, Carlos, I. Sanseverinatti, Rodrigo Furlani, Pablo Gaspoz

Diseño de un algoritmo para la ubicación óptima de ingreso secuencial de interruptores..... Pág. 68
Ariel S. Loyarte, Ulises Manassero, Alexander Nahs, Juan Marcos Banegas

Estudio de precisión y tolerancias para piezas desarrolladas en impresión 3D por deposición fundida para conjuntos ensamblados..... Pág. 74
Eduardo C. Monier, Sergio E. Bertone, Rodrigo Magni

Herramientas para la aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño Pág. 79
Daniel Eduardo Ferradas, Walter R. Tonini, Celeste Pilar Ferradas

Modelado y evaluación de espectro armónico en diferentes tipos de usuarios. Análisis de su impacto global en una red de distribución..... Pág. 85
Ulises Manassero, Andrés Zottico, Franco Torres

Caracterización de armónicos de corriente en cargas de uso final de instalaciones residenciales... Pág. 91
Ulises Manassero, Andrés Zóttico, Facundo Ponti, Juan Pedro Fernández, Irene Steinmann

Plataforma Para el Acceso de Personas Obesas y/o con Discapacidad a una Pileta de Natación Pág. 97
Rodolfo Eduardo Neira, Nicolás Lescano, Rodolfo Eduardo Neira

Ingeniería Electrónica

Análisis de los niveles de exposición poblacional a campos electromagnéticos en la ciudad de San Francisco, Córdoba Pág. 104
Jorge A. Bossio, Sergio Felissia, Fabrizio Madonna, Gastón Peretti, Gastón Pautasso

Antena Yagi-Uda versus helicoidal para VHF en estación terrena satelital Pág. 110
Santiago Previo, Federico Beck, Gastón Peretti, Sergio Felissia, Jorge Bossio

Circuito integrado neuronal híbrido Pág. 116
Rubén Roberto Navarro, Juan Carlos Colombo, Rubén Egea, Ángel Martín Leal, Ignacio Colombo

Control remoto de estaciones de bombeo y cisternas de agua potable utilizando Internet de las Cosas..... Pág. 122
Leonardo Depetris, Damián Romani, Joaquín González, Claudio Bottero, Lorenzo Depetris

Diseño de filtros activos basados en optimización de cría de elefantes Pág. 128
Mónica Lovay, Gabriela Peretti, Eduardo Romero

Estacionamiento vehicular: un estudio de la implementación basado en visión artificial y de la confiabilidad del proceso de reconocimiento de patentes Pág. 134

Marcelo Cejas, Javier Gonella, Javier Panero, Fabián Sensini, Franco Salvático, José Catalano

Gateway LoRa experimental para despliegue de dispositivos de medición IoT..... Pág. 140

Sergio Felissia, Gastón Peretti, Jorge Bossio, Gastón Pautasso, Alejo Casas

Monitoreo de seguridad y mantenimiento de datacenters y shelters Pág. 146

Leonardo Depetris, Damian Romani, Joaquín Gonzalez, Claudio Bottero, Lorenzo Depetris, Diego Vaira, Juan Gonzalez

Red IoT para medición de parámetros del ambiente utilizando protocolo MQTT y NODERED..... Pág. 152

Sergio Felissia, Gastón Peretti, Jorge Bossio, Santiago Previotto

Registro y monitoreo en instalaciones de banco de sangre con Internet de las Cosas Pág. 158

Leonardo Depetris, Damián Romani, Joaquín Gonzalez, Claudio Bottero, Lorenzo Depetris, Julieta Costamagna, Jose Romani

Ventilación Asistida, primer paso Pág. 163

Sergio Felissia, Bruno Rubiolo, Germán Montejano, Rodolfo Podadera

Ingeniería en Sistemas de Información

Calidad de productos: la sostenibilidad como características a lograr en los productos software Pág. 170

Rosana Leo, Carlos Salgado, Mario Peralta, Alberto Sanchez, Javier Saldarini, Claudio Carrizo

Calidad de Productos Software: Un Modelo de Calidad para el Software de Gestión Gerencial de una empresa del rubro Alimenticio Pág. 177

Santiago Castillo Elías, Carlos Salgado, Mario Peralta, Alberto Sánchez, Corina Abdelahad, Javier Saldarini, Claudio Carrizo

Detección de pose usando Deep Learning en ambientes industriales..... Pág. 184

Rebeca Yuan, Micaela Mulassano, Javier Redolfi

Estación terrena adaptable y su secuencia didáctica flexible para un CANSAT educativo..... Pág. 190

Agustín Fernández, Ricardo Medel, Marcos Requena

Evaluación de Calidad de Datos en el Ámbito de un Sistema de Gestión Académico mediante ISOIEC 25000 Pág. 196

Claudio Carrizo, Javier Saldarini, Marta Cabrera Villafañe, Carlos Salgado, Alberto Sánchez, Mario Peralta

Herramienta gráfica para dar soporte a la derivación de requerimientos de sistemas de información Pág. 202

Claudia Castro, Andrea Delgado, Nicolás Horenstein, Marcelo Marciszack

Modelo Conceptual basado en SQuaRE: un aporte para la especificación de requisitos de calidad del software en entornos de desarrollos ágiles Pág. 208

Juan P. Mansilla, Gastón Ferreyra, Javier Saldarini

Modelo de arquitectura de software basada en la Nube para el registro seguro de evidencias digitales con Tecnología Blockchain..... Pág. 214

Enzo Notario, Jhon Grover Dorado, Carlos Párraga, Oscar Carlos Medina, Herminia Beatriz Parra de Gallo

Un modelo de calidad para la mejora continua del aprendizaje en las carreras tecnológicas..... Pág. 220
Reus Juan Marcelo, Carlos Salgado, Mario Peralta, Luis Roqué, Javier Saldarini, Claudio Carrizo

Modelo de seguridad para controlador SDN..... Pág. 226
Juan Carlos Calloni, Javier Daniel Saldarini, Antonela Calloni, Mauricio Hilario Trossero, Gonzalo Luque

Modelo semántico de repositorio de procesos de negocio para la gestión de procesos de negocio colaborativos..... Pág. 231
Juan Pablo Ferreyra, Marisa Norma Perez, Claudia Mariela Verino, Diego Alejandro Cocconi

Modelos Conceptuales de Procesos de Negocio: Un Método de Evaluación Basado en Lógicas con Impacto en los Procesos Organizacionales Pág. 237
Carlos Salgado, Mario Peralta, Daniel Riesco, Lorena Baigorria, Germán Montejano

Mejora de la calidad en el desarrollo del software público: una contribución desde ISO/IEC 25000 .. Pág. 243
Javier Saldarini, Claudio Carrizo, Juan P. Mansilla, Franco Gilli, Gastón Ferreyra, Carlos Salgado

Requisitos de Calidad de Software basados en la Norma ISO 90003 con presencia en las Organizaciones Ágiles Pág. 249
María Fernanda Burdino, Carlos Salgado, Mario Peralta, Alberto Sanchez

Un estudio exploratorio sobre alumnos recursantes de materias básicas de UTN San Francisco.. Pág. 255
Claudio Carrizo, Raúl Navarro Peláez, Daiana Viotti, Facundo Barrera

Un modelo de calidad para la mejora continua del aprendizaje en las carreras tecnológicas..... Pág. 261
Reus Juan Marcelo, Carlos Salgado, Mario Peralta, Luis Roqué, Javier Saldarini, Claudio Carrizo

Ingeniería Industrial

Ecoetiquetas como instrumento en la producción sustentable..... Pág. 269
Pérez, Rita Mabel, Kunda, Beatriz del Valle, Bonaiuti, Ricardo, Caminos, Constanza Carolina, Carrizo, Blanca Rosa

La educación superior en el territorio de Rafaela. Detección de nuevas necesidades de formación profesional en tecnología en el rubro metalmecánico Pág. 275
Eduardo C. Monier, Javier Fornari

Optimización de la fibra textil animal: Prototipo de desarrollo Animal..... Pág. 282
Blanca Carrizo, Marcelo Arcidiácono, Jorge Abet, Ricardo Bonaiutti

Ingeniería Química

Barniz elaborado a partir de residuos poliméricos como complemento experimental para estudiantes de Ingeniería Química..... Pág. 288
Rocío Boriglio, Santiago Dobler, Mateo Lesta, Nazareno Scocco, María Eugenia Taverna, Paula Carolina Garneró.

Consumo responsable: Plan de gestión integral de residuos sólidos en la Facultad Regional San Francisco Pág. 294
Agustina M. Trucco, Luciana M. Belmonte, Manuela Vázquez, María E. Taverna, Paula C. Garneró

Desarrollo de películas bioactivas de quitosano a partir de la atomización de formulaciones líquidas Pág. 300

Matías Alejandro Raspo, Melina del Valle Berteau, Camila María Sicardi, Cesar Gerardo Gomez, Alfonsina Ester Andreatta

Evaluación de defectos en superficie y volumen de un laminado decorativo biobasado: síntesis de resina de lignina-fenol-formaldehído Pág. 306

Micaela B. Peralta, Verónica V. Nicolau

Evaluación de métodos para la determinación de capacidad espumante y estabilidad de espuma en cerveza como parámetro de calidad..... Pág. 312

Sofía Rey, Milagros Rubio Bonnet, Ezequiel Godoy, Germán Competelli, Sabrina Portillo, Roxana Martinet

Evaluación del subproducto “bio-char” de gasificación de pino como potencial adsorbente de azul de metileno..... Pág. 318

Rocío Gallará, Valeria I. Ortmann, Agustina Balangione, Lina García, Mariana Bernard, M. Eugenia Taverna

Formulación de films de caseína compuestos con tetracaína clorhidrato para su uso como potencial sistema anestésico local en odontología..... Pág. 324

Vanina Alejandra Guntero, Leandro Gabriel Gutiérrez, Yamile Soledad Aon, María Candela Acuña, Candela Borello, Cristian Alejandro Ferretti

Pirólisis de residuos lignocelulósicos provenientes de la industria frutihortícola..... Pág. 329

Nicolas Guiñazú, Carlos Poncio, Catalina Cabanas, Horacio Falcón

Producción de ácido láctico por fermentación de lactosuero empleando una cepa de Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus inmovilizada en una matriz polimérica..... Pág. 336

Sofía I. Ruiz Miraglio, Rocío Boriglio, Luciana Belmonte, Paola Chiappero, Paula C. Garnero, Verónica V. Nicolau

Recuento de levadura cervecera para aplicaciones en escala micro industrial..... Pág. 343

Aldana Moreno, Yasmin Stuber, Ezequiel Godoy, Roxana Martinet, Germán Competelli

Licenciatura en Administración Rural

Estudio de la evolución de propiedades fisicoquímicas de suelos con diferentes índices productivos y su relación con el valor de la tierra Pág. 350

Javier Vignolo, Mónica Serra, Micaela Zapata, Daniel Ricci, Stefanía Capello, María Belén Vignola, Maricel Rovasio

ICE Agro: Índice de confianza empresarial agropecuario 2021..... Pág. 356

García Javier Alberto, Boglione Alfredo Gustavo, Morano, Luis Ariel

Indagación a Establecimientos Agropecuarios del Departamento San Justo, Córdoba Pág. 362

Stefanía Capello, Mónica Serra, Maricel Rovasio, Daniel Ricci, Javier Vignolo

Otras Especialidades

Análisis del aumento de temperatura en motores de inducción asincrónicos, por deficiencia en las condiciones de ventilación Pág. 369

Walter Aguilera, José Baldini, Juan Carlos Cámpora, Susana Doque

Bioconstrucción, oportunidad para mitigar la crisis energética y el cambio climático..... Pág. 375

Jorge Raúl Parente, Antonio Mariano Moretti

Corrosión por picado de un grupo de materiales en agua del Río Chubut. Comparación con el comportamiento en agua de mar Pág. 381

Ana Julia Lifschitz, Norma De Cristóforo

Corrosión por picado de un grupo de materiales expuestos en el ambiente marino de la ciudad de Puerto Madryn Pág. 387

Tania Flores, Agustín Terceros, Ana Julia Lifschitz, Norma De Cristóforo

Diseño preliminar de un plan de acción de transición ecosocial para una localidad de la Región Centro de Argentina Pág. 393

Erika A. Comar, Mariángeles V. Montero, Sebastián García Maciel, Lisandro A. Cohendoz, Diego M. Ferreyra

Escuela Rural en Mitre- Santiago del Estero con Integración Arquitectónica de Sistema de Energía Híbrido Pág. 399

Saganias, Julieta, Giuliano, Gabriela, Fernández, Franco, Garzón, Beatriz, Ferreiro, Alejandro

Estudio comparativo para eliminación de norfloxacin, Escherichia coli y Enterococcus faecalis en agua a partir de titanio y óxido de zinc nanoparticulado Pág. 406

Cecilia I. N. Morgade, Marisa J. Sandoval, Lorena I. Brugnoli, Flavia M. Carranza, Mabel Rizzo, Anabela S. Lorenzetti, Claudia E. Domini

Evaluación del impacto del cambio climático sobre la vulnerabilidad del acuífero Pampeano en la ciudad de Rafaela, Santa Fe (Argentina) Pág. 411

Lara Tascón, José Astore, Sofía Tascón, Juan Nittmann

Evaluación preliminar de la calidad del aire urbano (PM2.5 - PM10 - CO2) en la ciudad de Rafaela, Santa Fe (Argentina)..... Pág. 417

Mariana Carrel, Antonella Fissore, María Cielo Pérez, Juan Nittmann

Implementación de estación de ensayos bajo norma para generadores eólicos de baja potencia.... Pág. 423

Alejandro Blas de Villafior, Mariano Gastón Flores, Javier Alejandro Rubido, Juan Pablo Frontera, Carlos Damián Stortoni

La aptitud en el proceso de enseñanza-aprendizaje..... Pág. 429

Edgardo Remo Benvenuto Pérez, Jorge Luis Contreras Vidal

Modelo preliminar de flujo de agua subterránea del acuífero freático en la cuenca del Arroyo Cululú, Santa Fe (Argentina) Pág. 435

Natalia Ramos, Joan Franzen, Joaquin Viotti, Juan Nittmann

Programa Internacional IASC. Búsqueda y descubrimiento de asteroides..... Pág. 441

Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia, Hernán Amil

Residuos de la raíz de batata: evaluación de un medio de cultivo para producir xilanas a partir de la cepa Cellulosimicrobium sp. CO1A1..... Pág. 447

Sanchez Holmedilla Betiana, Guillermina Bogao, Gisela Tubio, Graciela Corbino, Debora Conde Molina

Valoración de la reserva adicional de potencia por inserción de generación renovable en las regiones eléctricas de Cuyo y Comahue Pág. 453

Marcos Cea, Damián Cano, Javier Acosta, Pablo Marelli

Autoridades

Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina

Rector: Ing. Ruben Soro

Vicerector: Ing. Haroldo Avetta

Facultad Regional San Francisco – UTN

Decano: Ing. Esp. Alberto Toloza

Vicedecana: Ing. Claudia Mariela Verino

Subsecretaría General: Ing. Carolina Inés Apendino

Secretario Académico: Mg. Ing. Juan Carlos Calloni

Secretario de Extensión y Cultura Universitaria: Ing. Alejandro Raúl Trossero

Secretario de Ciencia y Tecnología: Dr. Ing. Diego Martín Ferreyra

Secretario Administrativo: Ing. César Daniel Mina

Secretario de Asuntos Estudiantiles: Ing. Paulo Jesús Gianoglio

Secretario de Vinculación Tecnológica: Dr. Lic. Oscar Miguel Rete

Secretaria de Posgrado: Ing. Claudia Mariela Verino

Subsecretario de Vinculación Institucional: Tec. Ezequiel Alejandro Fusero

Subsecretaria de Planeamiento Académico: Lic. Esp. Vanina Guadalupe Fraire

Directora Académica: Tec. Analía Fabiana Armando

Directora Administrativa: Lic. Patricia Marchetti

Directora de Recursos Humanos: Tec. María Angélica Navarro

Director de Mantenimiento y Servicios Generales: Tec. Froilán Juan Bautista Giménez

Directora de Dpto de Ing. Química: Dra. Ing. Paula Carolina Garneró

Director de Dpto de Ing. en Sistemas de Información: Ing. Esp. Gabriel Rubén Cerutti

Director de Dpto de Ing Electromecánica: Ing. Esp. Ernesto Galiano

Director de Dpto de Ing. Electrónica: Mag. Ing. Gastón Carlos Peretti

Director de Dpto de Lic. en Administración Rural: Cdor. Daniel Roberto Ricci

Director de Dpto de Materias Básicas: Ing. Esp. Gustavo Yoaquino

Coordinadora de Ing. Industrial: Ing. Carolina Inés Apendino

Coordinador de Tec. Universitaria en Programación: Mag. Ing. Javier Daniel Saldarini

Miembros del Comité Organizador

Diego Martín Ferreyra

Claudia del Valle Mercol

Lucía Sobrero

Aylen Ileana Gimenez

Miembros del Comité Científico

Esp. Ing. Ernesto Galiano

Dra. Paula Garnero

Ing. Gustavo Yoaquino

Mg. Gastón Peretti

Cr. Daniel Ricci

Ing. Gabriel Cerutti

Ing. Walter Tonini

Dra. Mariana Bernard

Dra. Verónica Nicolau

Dra. María Eugenia Taverna

Ing. Raúl Marlatto

Dr. Matías Raspo

Ing. Hugo Pipino

Dr. Javier Redolfi

Esp. Ing. Juan Pablo Ferreyra

Ing. Micaela Mulassano

Ing. Javier Vignolo

Cra. Maricel Rovasio

Ing. Carolina Apendino

Esp. Lic. Vanina Fraire

Ing. Franco Novara

Dra. María Belén Vignola

Dra. Carolina Aloisio

Dra. Vanina Guntero

Dr. Diego Martín Ferreyra

Prólogo

Las Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022 organizadas por la Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional buscan, a través de la presentación de investigaciones en marcha y de conferencias seleccionadas, estrechar lazos entre los distintos grupos de investigación de esta y otras Facultades que estén relacionados con diferentes carreras, entre otras, ingeniería Química, Industrial, en Sistemas de información, Electromecánica, Electrónica, otras ingenierías y la Licenciatura en Administración Rural.

En este sentido, se propone la comunicación y el intercambio de experiencias entre áreas altamente especializadas, que permitan resolver problemas y generar nuevas alternativas tecnológicas a partir de enfoques interdisciplinarios. Además, las Jornadas tienen como objetivo propiciar el contacto entre los distintos grupos anteriormente mencionados y la industria, con la difusión de los adelantos científicos y tecnológicos producidos en el mundo y la discusión de las investigaciones desarrolladas en Argentina. En las Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022, se desarrollaron conferencias plenarias de expertos que abarcaron diversos tópicos sobre una amplia gama de disciplinas de interés para la tecnología y los procesos industriales.

Estas Jornadas, que se vienen desarrollando desde 2002, constituyen un espacio de abordaje de contenidos de ciencia y tecnología para estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad en una visión conjunta e integrada con la industria. En la edición 2022, se llevaron a cabo de manera presencial y con algunas actividades en modalidad híbrida.

En esta edición, los trabajos de investigación se presentaron en formato de trabajo completo con referato y su compilado resulta en un libro digital que cumple con las normativas de AJEA y que cuenta con DOI e ISBN.

The 2022 Science and Technology Conference (Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022) organized by the San Francisco Regional Faculty of the National Technological University (Universidad Tecnológica Nacional) is aimed at presenting ongoing research works and offering selected dissertations. This is intended to strengthen links among different R&D groups in this Faculty and others which are related to Chemical, Industrial, Information Systems, Electromechanics, Electronics and other Engineering careers, as well as to the Licentiate degree in Rural Administration.

In this regard, a point is made of the communication and interchange of experiences among highly specialized teams, which can help in the resolution of problems and the generation of new technological alternatives based on interdisciplinary approaches. Moreover, this Conference is focused on fostering the contact between the different aforementioned R&D groups and the industry, spreading worldwide scientific and technological advances, and generating discussions on research works developed in Argentina. In the 2022 edition of our Science and Technology Conference, open dissertations were carried out by experts dealing with different fields related to a broad range of disciplines of interest for technology and industrial processes.

This Conference, which has been organized since 2002, provides the right setting to address science and technology contents for students, professors and researchers in the Faculty, following a joint industry-integrated vision. In this 2022 edition, the main focus was on face-to-face interaction, still with some of the activities being carried out with hybrid virtual and in-person dissertations.

The research works for this edition were uploaded in peer-reviewed full-text format and their compilation was used to generate Proceedings following AJEA journal criteria, with a doi number and an ISBN number

Palabras del Secretario de Ciencia y Tecnología Facultad Regional San Francisco

San Francisco (provincia de Córdoba), octubre de 2022

¡Bienvenidos a esta edición 2022 de las Jornadas de Ciencia y Tecnología de la UTN Facultad Regional San Francisco!

Es un gusto haber sido anfitriones en este evento para tantos autores de trabajos y visitantes provenientes de otras Facultades de UTN, de otras universidades y de diferentes organizaciones y empresas locales y de la región. De la misma manera, recibimos en modalidad híbrida a diez disertantes de diversas extracciones que compartieron su experiencia y visión sobre la evolución de la tecnología en diversas disciplinas. Además de los más de 180 asistentes que pudieron apreciar los pósteres de todos los trabajos en la presencialidad, otros 340 espectadores pudieron acceder sincrónicamente a las disertaciones por nuestro canal de YouTube, donde quedaron disponibles a posteriori.

Respecto del perfil de estas disertaciones en su conjunto, incluido su toque de internacionalización, creemos que reflejaron la consigna de diversificar y horizontalizar al máximo las temáticas presentadas, a fin de que resultaran de interés transversal para los asistentes de cualquier carrera de ingeniería, e inclusive de muchas otras carreras. Esta fue justamente una intención explícita en la organización de esta nueva edición de las Jornadas: mostrar de cuántas maneras los graduados de diferentes disciplinas de ingeniería pueden colaborar entre sí y con referentes de otras profesiones para resolver problemas concretos del entramado socioprodutivo. Desde planificación urbanística hasta procesos de innovación, desde el desarrollo de materiales hasta ingeniería inversa, desde la generación sustentable de energía hasta la seguridad informática y mucho más, todas las disertaciones atravesaron numerosas capas disciplinares y captaron el interés de un público muy variado en sus intereses. Estamos convencidos de que esto contribuye activamente a impulsar en nuestra Facultad y en nuestro medio regional un espíritu colaborativo donde lo multidisciplinario no sea un “saber hacer de todo”, sino un “aprender a bajar la guardia” en el trabajo conjunto con colegas de otras profesiones.

En cuanto a los más de setenta trabajos recibidos, es muy valioso destacar una realidad muy interesante que se viene acrecentando en las últimas ediciones: entre los coautores, hubo una gran proporción de estudiantes avanzados de grado, estudiantes de posgrado y graduados recientes de cada casa de estudio. Esto significa un impulso renovado en los trabajos científicos y tecnológicos aplicados a la ingeniería desde la perspectiva de las nuevas generaciones. También asegura que el esfuerzo que se hace hoy en este y tantos otros eventos de I+D en nuestro país contribuye a la formación de estos noveles investigadores, en diferentes etapas de búsqueda de su vocación con estilo propio en el ámbito de las ciencias aplicadas. Participando en este tipo de eventos como coautores, estos investigadores en crecimiento van sistematizando su interés por ordenar y publicar los resultados de sus investigaciones en desarrollo, con una fuerte opción por el acceso abierto a la información por parte del público.

No quiero dejar pasar la oportunidad de agradecer a los Departamentos de carrera por su aporte y coordinación a la hora de programar las disertaciones; a los miembros del Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología de la Facultad por su actuación como miembros principales del Comité Científico; y especialmente a las no docentes y becarias del área, quienes conformaron un equipo de trabajo sólido entre sí y con el personal no docente de muchas otras áreas clave de la Facultad, como Vinculación Tecnológica, TIC, Prensa y Extensión Universitaria.

Es un privilegio para este equipo de trabajo haber sido partícipes de este evento. Aun con veinte años de Jornadas de este tipo en la Facultad; aun con la adopción consciente de una modalidad híbrida luego de dos años de virtualidad forzada; aun con el lanzamiento confiado de esta publicación con la experiencia de haberla generado ya desde la edición anterior: siempre es un evento nuevo para la Facultad, siempre es una apuesta renovada por el desarrollo y el crecimiento de la ciencia y la tecnología en ingeniería para nuestra región.

Dr. Diego M. Ferreyra
Secretario de Ciencia y Tecnología
UTN Facultad Regional San Francisco

Cronograma de actividades de las Jornadas



CRONOGRAMA

DÍA 1 / MIÉRCOLES 26 OCTUBRE

17:00 - 17:50 hs	Ciudades Sostenibles, Saludables, Inclusivas Dr. Arq. Esteban de Manuel Jeréz
18:00 - 18:45 hs	Delitos Informáticos y Cibercrimen en Argentina Abog. Marcelo Temperini
18:45 - 19:30 hs	Pericias Informáticas y Evidencia Digital AUS. Maximiliano Macedo
19:40 - 20:25 hs	Tecnologías XR/AI en Industria Sergio Emanuel Cusmai
20.30 - 21:15 hs	Generación de energía eléctrica a partir de residuos orgánicos sistema biodigestor - celda de combustible Ing. Hugo Zurlo

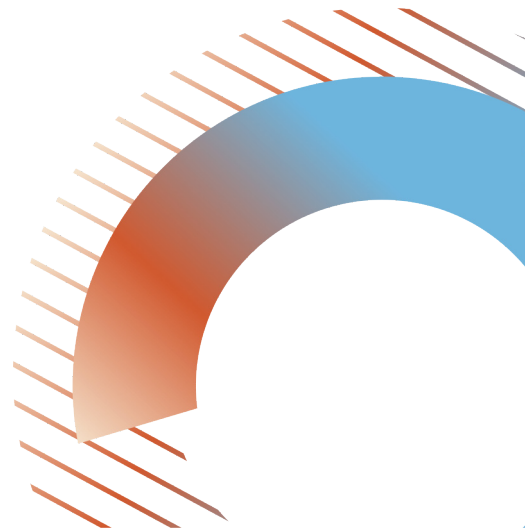
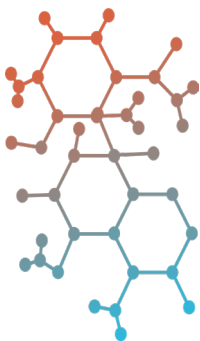
CRONOGRAMA

DÍA 2 / JUEVES 27 OCTUBRE

17:00 - 17:45 hs	"Ingeniería Inversa como Método de Desarrollo de Productos" Ing. Leonardo Arietti e Ing. Víctor Marelli
18:00 - 18:45 hs	Los Poliuretanos y sus Numerosas Aplicaciones: ¿A qué se debe su Gran Versatilidad? Dra. Mara Lis Polo
19:00 - 20:00 hs	Ciencia, impacto e innovación colaborativa Lic. Juan Pablo Luna
20:00 - 20:45 hs	CEOP Como Diagnóstico Predictivo en Equipos Electrónicos y Procesos Automatizados (Calidad de Energía Orientada a Proceso CEOP) Ing. Guillermo Aglietto

CHARLAS PRESENCIALES / TRANSMISIÓN POR CANAL DE YOUTUBE
EDIFICIO 4TO. NIVEL UTN SAN FRANCISCO

CONFERENCIAS PLENARIAS



Ciudades Sostenibles, Saludables, Inclusivas

Dr. Arq. Esteban de Manuel Jeréz*

Resumen de la exposición: Retos a los que se enfrentan nuestras ciudades en medio de la crisis global (climática, energética, alimentaria y de pérdida de biodiversidad) y las oportunidades que ello presenta para avanzar hacia ciudades más habitables, saludables y resilientes. Presentaré modelos de buenas prácticas de transición ecológica a escala urbana que pueden desarrollarse en el marco de la Agenda Urbana.

*Dr. Arquitecto y Profesor Titular del Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universidad de Sevilla, director de la revista científica Hábitat y Sociedad, director del Máster de Gestión Social del Hábitat (2008-2011), director del Experto en Gestión Social del Hábitat y Diseño Participativo (2015-), y del Experto en Agenda Urbana, Gestión Integrada y Participativa (2022).

Fue promotor y coordinador de la ONG Arquitectura y Compromiso Social, miembro activo de Universidad y Compromiso Social, de la Red Arquitectura Social y del programa CYTED Vivienda de Interés Social. Fundó en 2007 el grupo de cooperación Hábitat y Desarrollo. Es promotor de los Congresos Arcadia de Arquitectura y Cooperación al Desarrollo.

Ha obtenido el Premio a la excelencia docente 1997/1998 y 2002-03, el Premio a la innovación educativa de la Universidad de Sevilla 1999/2000 y premio a las Mejores Prácticas para mejorar el entorno de vida en el concurso internacional ONU-HABITAT Dubai 2017.

Ha participado y participa en los proyectos de investigación internacionales, del programa CYTED "MEJORHABITAT" (2003-07) y DESBORDES URBANOS (2012-16).

Actualmente dirige el proyecto de investigación Reto demográfico y vivienda. El papel de la vivienda en las estrategias de revitalización demográfica en el medio rural andaluz. (Proyecto REVIVE) (US.20-02), subvencionado por la Consejería de Fomento y Vivienda y es Investigador Principal en el proyecto europeo CO-HOPE de Hábitat colaborativo (2022-2025).

Delitos Informáticos y Cibercrimen en Argentina

Abog. Marcelo Temperini*

Resumen de la Exposición: Repaso sobre la normativa vigente en Argentina en materia de delitos informáticos, abordando sus diferencias con el cibercrimen y sus principales características y desafíos que presentan para su investigación y persecución por parte de las fuerzas de seguridad.

*Abogado (UNL) con el 3er mejor promedio de la carrera de Abogacía.

Especializado en Derecho Informático (UNRN) y Especializado en Ciberdelincuencia (UIC - Universidad Internacional de Catalunya – Barcelona - España).

Doctorando en Derecho (UNL) dedicado a la investigación de Delitos Informáticos, Cibercrimen y Evidencia Digital.

Perito Informático Forense certificado (CPCI Argentina); con experiencia en causas (penales, laborales y civiles). Técnico Analista de Seguridad y Vulnerabilidad de Redes (CISCO) y Técnico Eléctrico (UNL)

CEO en AsegurarTe – Consultora en Seguridad de la Información (13 años de experiencia) y Cofundador en ODILA: Observatorio de Delitos Informáticos de Latinoamérica.

Capacitador y asesor durante más de 5 años en el Ministerio Público de la Acusación de la Provincia de Santa Fe, en materia de Investigación, Buenas Prácticas en identificación, recolección y preservación de prueba informática.

Capacitador y asesor en distintas fuerzas de seguridad federales y provinciales de Argentina, en materia de investigación del delito a través de nuevas tecnologías y recolección de evidencia digital.

Autor de más de 40 publicaciones académicas y científicas relacionadas a la investigación de delitos informáticos, cibercrimen, evidencia digital y datos personales. Es conferencista en numerosos congresos y jornadas nacionales e internacionales.

Autor de Proyectos de Ley en el Senado de la Nación Argentina para la tipificación de delitos informáticos como la Captación Ilegítima de Datos Confidenciales (phishing) y Suplantación de Identidad Digital

Conferencista en numerosos congresos y jornadas nacionales e internacionales.

Pericias Informáticas y Evidencia Digital

AUS. Maximiliano Macedo*

Resumen de la exposición: Desarrollará las características principales de la evidencia digital y sus principios técnicos, exhibiendo los diferentes pasos de la informática forense para abordar su identificación, adquisición, preservación, análisis y presentación.

*Capacitador y asesor durante más de 5 años en el Ministerio Público de la Acusación de la Provincia de Santa Fe, en materia de Investigación, Buenas Prácticas en identificación, recolección y preservación de prueba informática.

Capacitador y asesor en distintas fuerzas de seguridad federales y provinciales de Argentina, en materia de investigación del delito a través de nuevas tecnologías y recolección de evidencia digital.

Capacitador y asesor en buenas prácticas de recolección y adquisición de Evidencia Digital en los Colegios de Escribanos de distintas jurisdicciones (Santa Fe, Mendoza, Chaco, Misiones, entre otros).

Autor de publicaciones académicas y científicas relacionadas a técnicas de investigación de delitos informáticos, ciberdelitos y evidencia digital.

Es conferencista en numerosos congresos y jornadas nacionales e internacionales.

Tecnologías XR/AI en Industria

Sergio Emanuel Cusmai*

Resumen de la exposición: En esta presentación se muestran descubrimientos de aplicación de XR en la industria en general, los avances de los próximos años y ejemplos reales.

*CEO de Alpha INC (USA) XR+AI para ayudar a las personas a interactuar con objetos, CEO de Cognitive SA (ARG) Inteligencia Artificial conversacional, CEO de Bstriker (Holanda) Testing automatizado de Software, CEO de Nimbuzz (Holanda) Comunicador e integrador de redes sociales, Director de QAustral SA (ARG) Servicios de Calidad de Software, Formación de Negocios en Harvard e IA en California.

Generación de Energía Eléctrica a partir de Residuos Orgánicos Sistema Biodigestor - Celda de Combustible

Ing. Hugo Zurlo*

Resumen de la exposición: El Campus Resistencia de la UNNE cuenta con un comedor universitario que sirve unos 1500 platos por día, produciendo una cantidad significativa de residuos orgánicos.

Estos residuos pueden valorizarse energéticamente por descomposición anaeróbica produciendo biogás que puede ser aprovechado para generar energía eléctrica mediante celdas de combustible de óxido sólido (SOFC - Solid Oxide Fuel Cell).

Este proceso produce también agua caliente que puede ser utilizada en el mismo comedor mejorando la eficiencia del sistema.

*Ingeniero Electromecánico, graduado en la Facultad Regional Resistencia de la UTN.

Inicio de la actividad de Investigación en 1990 con una beca de posgrado en aprovechamiento de la energía solar en aplicaciones agroindustriales (secado solar).

Codirección y dirección de proyectos de investigación homologados como Docente-Investigador con Categoría IV, otorgada por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación, y con Categoría "C" otorgada por la UTN.

Desempeño de diversas funciones de gestión entre las que se destaca la de secretario Administrativo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNNE durante el período 2012 - 2016.

Desempeño de cargos de representación varios como integrante del Consejo de Administración en cooperativas de producción y otros entre los que se destaca la designación como Consultor de la Provincia Autónoma de Trento (Italia) para la Argentina.

Desempeño como Administrador Energético del Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste con dependencia directa del Rectorado de la Universidad.

Referente de la Facultad de Arquitectura de la UNNE para el acuerdo de internacionalización con la Universidad La Sapienza de Roma y el Politécnico de Milán (Italia).

Ingeniería Inversa como Método de Desarrollo de Productos

Ing. Leonardo Arietti*

Ing. Víctor Marelli**

Resumen de la exposición: La presentación intenta dar una perspectiva general al concepto "Ingeniería Inversa" como un método válido para el desarrollo de productos. La misma aborda inicialmente el concepto de ingeniería inversa, desde la antigüedad hasta los días actuales ilustrando algunos ejemplos icónicos de la historia. Luego se presentan las tecnologías históricamente tradicionales para aplicar el método y el estado actual de las nuevas tecnologías, enfocando especial atención al escaneo 3D. Por último, se presenta un caso práctico desarrollado en el entorno del grupo GIMA relacionado con la temática

*Ingeniero Mecánico. UTN-FRSF, Máster "Producción e Ingeniería integradas por ordenador". UPC Barcelona, Profesor Asociado en asignatura Ingeniería Mecánica II, Director "Área diseño" grupo UTN GIMA (Grupo Ingeniería Mecánica Aplicada), Actualmente consejero directivo docente por el departamento mecánica.

**Ingeniero Mecánico. UTN-FRSF, JTP en asignatura Diseño Mecánico, Profesor adjunto de Tecnología de Fabricación - Tecnicatura Superior en Mecatrónica, Miembro grupo UTN GIMA (Grupo Ingeniería Mecánica Aplicada).

Los Poliuretanos y sus Numerosas Aplicaciones: ¿A qué se debe su Gran Versatilidad?

Dra. Mara Lis Polo*

Resumen de la exposición: Los poliuretanos son una familia de polímeros muy versátil, que pueden ser utilizados en numerosas aplicaciones, desde espumas rígidas o flexibles, hasta fibras, adhesivos, recubrimientos, sellantes y elastómeros termoplásticos. Así, son empleados en diferentes industrias, tales como la automotriz, de la construcción, del calzado, de electrónica, de mobiliario, de packaging, entre otras. El común denominador de esta familia de polímeros es el grupo uretano, presente en la estructura química de todos sus integrantes, lo que permite emplear una amplia gama de materias primas y aditivos en su proceso productivo. Por este motivo, y en conjunto con la gran flexibilidad en la composición química de los reactivos y en los procesos de síntesis, es posible modificar las propiedades estructurales y morfológicas de estos polímeros, obteniéndose así un amplio rango de propiedades térmicas y mecánicas, las cuales determinan el uso final de estos materiales.

*Ingeniera Química y Doctora en Ingeniería Química por la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). En la actualidad se desempeña como docente en las cátedras de Diseño y Operaciones del Procesamiento de Polímeros, Diseño y Operaciones del Procesamiento de Cerámicos, y Diseño, Selección y Simulación de Materiales, correspondientes a las carreras de Ingeniería y Licenciatura en Materiales. Su área de investigación está relacionada con la síntesis, modelado matemático, y caracterización de poliuretanos termoplásticos, y la obtención de precursores biobasados y de materiales compuestos. Además, se desempeña como coordinadora del área de Cultura Científica de dicha casa de estudio.

Ciencia, Impacto e Innovación Colaborativa

Lic. Juan Pablo Luna*

Resumen de la exposición: El paradigma de innovación abierta aporta herramientas para optimizar el impacto social, ambiental y económico positivo, de los desarrollos científico tecnológicos en articulación con el sistema productivo, el ámbito público y el tercer sector, para dar respuesta a los desafíos que enfrentamos como humanidad. En la presentación analizaremos diversas alternativas y experiencias impulsadas a nivel local y regional.

*Lic. en Humanidades y Ciencias Sociales. Se especializó en innovación y desarrollo emprendedor. Se desempeñó en diversos cargos de planificación estratégica participativa en Patagonia, fue Gerente de la Incubadora de Empresas de Esquel y Gerente de Financiamiento de CORFO Chubut. Es docente universitario, coautor del libro 'Incremental, una visita guiada al mundo emprendedor'. Se desempeñó como director general de Inversiones en el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de Chubut. Actualmente es vinculator tecnológico en CONICET (CCT CONICET-CENPAT), y asesora en el diseño e implementación de políticas públicas para el desarrollo empresarial y la competitividad en la Subsecretaría de Economía del Conocimiento y en la Subsecretaría de Emprendedores del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

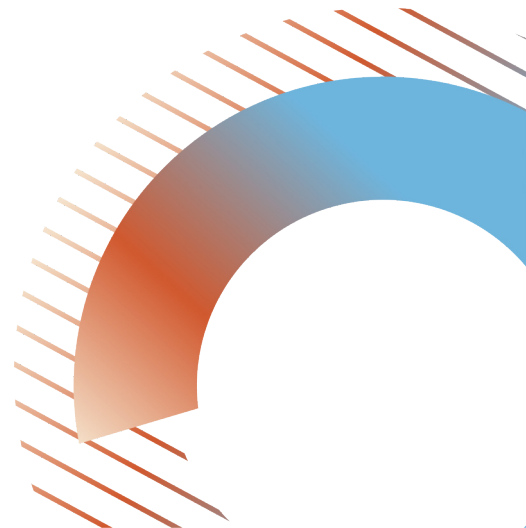
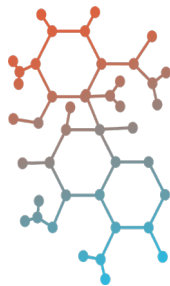
CEOP como Diagnóstico Predictivo en Equipos Electrónicos y Procesos Automatizados (Calidad de Energía Orientada a Proceso CEOP)

Ing. Guillermo Aglietto*

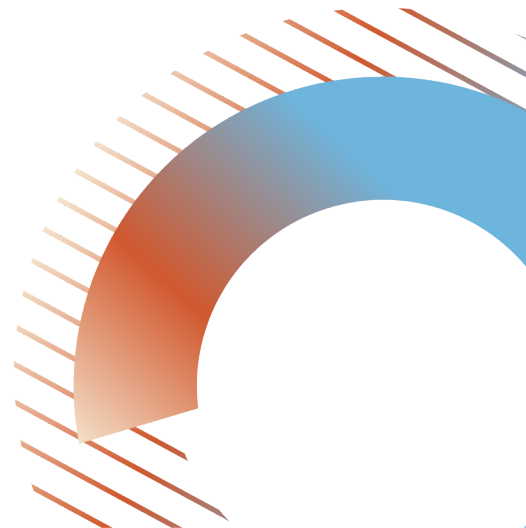
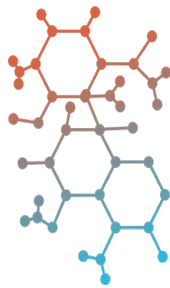
Resumen de la exposición: Describiremos en 20 minutos el protocolo CEOP, y como a través de Calidad de Energía Orientada a Proceso podemos diagnosticar fallas y eventos en cada equipo de Proceso y predecir eventos futuros. Ejemplos prácticos y didácticos para lograr la mayor aplicabilidad al mundo industrial PyME y MicroPyME: caso industria alimenticia (mejora de sensibilidad en detector de metales y aumento de la productividad en línea de llenado) y una metalmecánica (máquina de corte LASER/Banco de Capacitores).

*Ingeniero especialista en Energía y Certificador de Indicadores Energéticos para la Asociación de Ingenieros en Energía de Estados Unidos. Dirige el área de energía de la empresa Aglietto Ingeniería SRL y es Chief Technical de Media para SineTamer USA. Actualmente es docente en UTN y dicta un módulo en el postgrado de Eficiencia Energética en la Universidad Nacional de Rafaela

Trabajos de investigaciones



Ingeniería Electromecánica



Aerogenerador tripala de imanes permanentes con seguimiento de punto de máxima potencia

Three-blade permanent magnet wind turbine with maximum power point tracking

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Fernando Juan Cagnolo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Córdoba - Argentina
fjcagnolo@frc.utn.edu.ar

Carlos Augusto Centeno

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Córdoba - Argentina
ccenteno@frc.utn.edu.ar

Federico Linares

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Córdoba - Argentina
flinares@frc.utn.edu.ar

Gabriel Benedetti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Córdoba - Argentina
gbenedetti@frc.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se presenta el desarrollo de un aerogenerador tripala de imanes permanentes. Se presenta el diseño y fabricación de los álabes y del sistema embebido de control basado en un algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia. Se plantea la medición de la velocidad de rotación del alabe empleando dos métodos de sensado distintos.

Palabras clave: Aerogenerador Tripala. Seguimiento de Máxima Potencia. RTOS. Imanes permanentes.

Abstract

In the present work, the development of a three-blade permanent magnet wind turbine is presented. The design and manufacture of the blades and the design and manufacture of the Embedded Control System based on a maximum power point tracking algorithm are presented. The measurement of rotation velocity is proposed using two different sensing methods.

Keywords: Three blade wind turbine. Maximum Power Tracking. RTOS. Permanent magnets.

Introducción

El presente trabajo tiene como fin diseñar un sistema que permita el acceso a la energía eléctrica, a distintos sectores, principalmente viviendas ubicadas en ámbitos rurales y por otro lado, minimizar los efectos que se producen sobre el medio ambiente, calentamiento global y/o contaminación, debido al uso de combustibles fósiles.

Para cumplir con estos objetivos, este trabajo apunta al diseño y la construcción de un aerogenerador tripala horizontal, de baja potencia, con imanes permanentes, que emplea álabes obtenidos de un material tubular. Finalmente, para tener una mayor eficiencia del equipo se desarrolla un sistema embebido que utiliza un algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia. [1][2][3]

Desarrollo

Perfil aerodinámico de un álabe

Los álabes de los aerogeneradores se diseñan siguiendo perfiles aerodinámicos de forma que las fuerzas de sustentación y de arrastre sean las adecuadas para que, por una parte, se optimice la extracción de energía del viento y, por otra, se facilite la regulación y el control de la turbina eólica. Se define en una pala de un aerogenerador sus dos bordes: el de ataque sobre el que incide el viento y el de fuga por el que abandona el flujo de aire luego del contacto con el álabe. En la figura 1 se muestra la sección o perfil aerodinámico de un álabe, el que se obtiene de la intersección con un plano perpendicular al eje longitudinal de éste.



Figura 1: Perfil aerodinámico de un álabe

Potencia eólica disponible

Para determinar las características de los álabes [4][5][6], es necesario establecer las distintas condiciones de diseño. Una masa de aire (m), con velocidad (v), posee una energía cinética (E_c) dada por:

$$E_c = \frac{1}{2} * m * v^2$$

El caudal másico de aire (\dot{m}), de densidad (ρ), que fluye con velocidad (v), a través de una superficie de área (A) perpendicular a la dirección del flujo, es:

$$\dot{m} = \rho * A * v$$

La potencia disponible P_d del caudal de aire que atraviesa dicha sección es:

$$P_d = \frac{1}{2} * \dot{m} * v^2 = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$

La potencia eólica disponible es proporcional a la densidad del aire, al área expuesta perpendicularmente al flujo del viento y al cubo de su velocidad, siendo la máxima energía que se puede extraer del viento un 59% del máximo disponible, según la ley de Betz.

Adicionalmente hay pérdidas mecánicas y/o aerodinámicas, y teniendo en cuenta el rendimiento del generador eléctrico, sólo se puede aprovechar entre el 45% y el 50% de la energía eólica disponible.

Velocidad específica de la turbina (TSR)

Si el rotor de la turbina gira muy lentamente, la mayor parte del viento pasa sin perturbaciones entre los álabes, habiendo poca extracción de potencia. Por otro lado, si el rotor gira demasiado rápido, los álabes rotantes actúan como una pared frente al viento obstruyendo el flujo de aire, de nuevo reduciendo la extracción de potencia. Por esta razón las turbinas de viento deben operar a su velocidad específica óptima para la cual fueron diseñadas, y así extraer la mayor cantidad de potencia del flujo de viento.

La velocidad específica de la turbina es la relación entre la velocidad tangencial de la punta del álabe y la velocidad del viento.

$$TSR = \lambda = \frac{\text{vel. de la punta del rotor}}{\text{vel. del viento}} = \frac{v}{V} = \frac{\omega * r}{V}$$

En donde

V= Velocidad del viento [m/s]

v= ωr = Velocidad de la punta del rotor [m/s]

r = Radio del rotor [m]

$\omega = 2\pi f$ = Velocidad angular [rad/seg]

Para turbinas de viento con tres álabes, el valor óptimo de la velocidad específica de la turbina es alrededor de 7, magnitud que se utiliza para realizar las simulaciones y se emplea también en el software de diseño. Una consideración a tener en cuenta es que a mayores valores de TSR, se requieren álabes más resistentes debido a las elevadas fuerzas centrífugas.

Diseño y fabricación de los álabes

Para el diseño de los álabes se hace uso de un script de MATLAB [7], en el cual se ingresan los parámetros geométricos del tubo, tales como el espesor, la longitud, el diámetro; y la cantidad de secciones en las cuales se subdivide el tubo y como salida se obtiene una tabla con los parámetros que permitirán posteriormente la fabricación de los mismos.

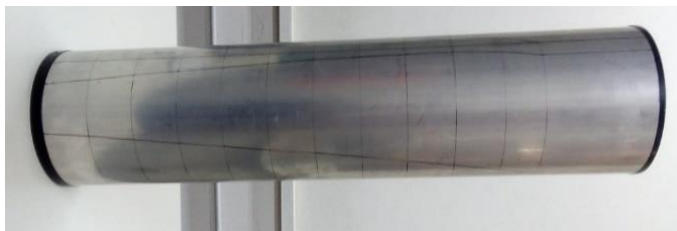


Figura 2: Tubo con álabes marcados – Alabes procesadas

Al finalizar el marcado de las estaciones, se procedió al corte del tubo y posteriormente al ajuste de los pesos, buscando simetría en este aspecto. Se trabajó para obtener el borde de ataque redondeado, y el borde de salida achaflanado según datos geométricos. Es posible verificar los datos del diseño usando la aplicación JavaFoil. [8]

Material de los álabes

En virtud de las experiencias realizadas, se concluye que el material adecuado para los álabes es el aluminio, y para este trabajo se optó por usar un tubo TR-001 de la firma MDT, con dimensiones: largo: 597mm, diámetro

externo: 152,4 mm, diámetro interno: 149 mm, espesor: 1,7 mm, y peso métrico: 2,174 kg/m. Con este material se obtuvieron tres álabes de 430gr aproximadamente.

Sistema embebido de control

En la figura 3 se presenta la respuesta temporal que debe seguir el algoritmo de seguimiento de máxima potencia. El algoritmo requiere conocer en todo momento la velocidad de rotación de los álabes. Y en base a este parámetro aumentar la carga relativa del sistema, que resulta de modificar el ciclo de trabajo de la señal que excita la fuente BUCK. Se dice que el algoritmo utiliza **la técnica de perturbar y observar**, para conseguir llevar la velocidad de la máquina a la óptima definida.

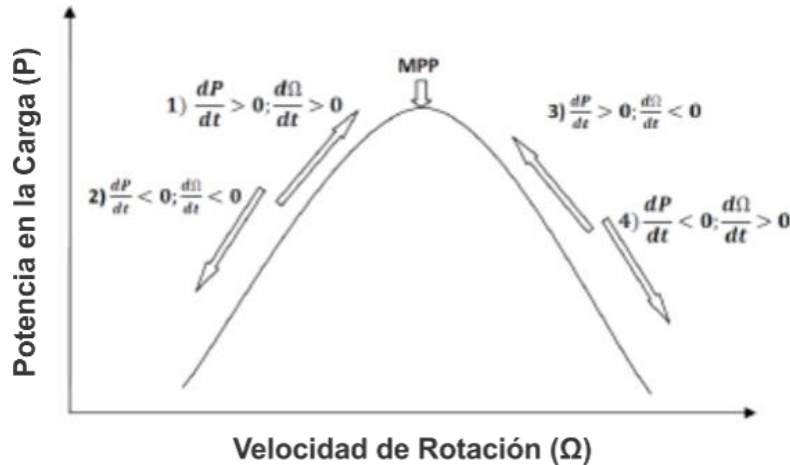


Figura 3. Algoritmo de Seguimiento de Máxima Potencia

Se presenta en la Figura 4, un diagrama en bloques del sistema completo, con énfasis en el sistema embebido de control. El CPU está basado en un microcontrolador STM32F103, en el que se ejecuta sobre una topología RTOS, el algoritmo de seguimiento de máxima potencia, el cual requiere conocer la velocidad de rotación de la turbina en todo momento.

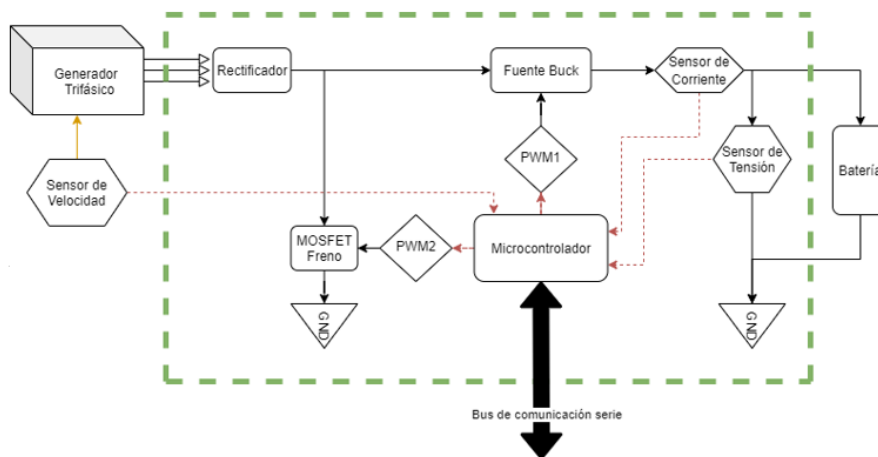


Figura 4. Sistema embebido de control

Medición de la velocidad de rotación

Para determinar la velocidad de rotación, se utilizó en una primera instancia un sensor reflectivo CNY70, que, mediante marcas de pintura blanca sobre el eje del alternador, entregaba una señal pulsante proporcional. Si bien el método es efectivo, se decidió evaluar la medición del cruce por cero de la señal de tensión. En este método

alternativo, se detecta el cruce por cero de una de las fases del alternador. La señal alterna se transforma en pulsos mediante un circuito *schmitt trigger*, de cuya salida el microcontrolador obtiene la velocidad de rotación.

Obtención de la velocidad del viento

En virtud de que se conoce la velocidad relativa óptima y la velocidad de punta del álabe, se puede calcular la velocidad del viento, dato necesario para que el sistema de control permita el arranque y también el frenado de la máquina. Para determinar la velocidad relativa de los álabes, se montó un anemómetro de cazoletas solidario al sistema general a solo efecto de caracterizar la turbina diseñada y construida. El anemómetro utilizado fue construido con cazoletas impresas en 3D, y un sensor magnético asociado al eje de las mismas, con el fin de obtener un pulso digital por cada vuelta de estas. Para conocer la curva de respuesta del equipo diseñado, se obtuvo la relación pulsos versus velocidad del viento usando un anemómetro PROVA AVM-01.

Ensayos de laboratorio

Para validar la funcionalidad del sistema embebido de control, se hizo uso de un motor trifásico acoplado directamente al eje del alternador. La velocidad de giro del alternador se estableció mediante un variador de velocidad, siguiendo un protocolo de ensayo diseñado para emular diversas condiciones a la que podría estar sometida la máquina eólica.

Con este sistema de prueba, fue posible caracterizar el alternador, obteniendo las curvas de tensión de salida (V_{out}) vs RPM y de resistencia interna (R_{in}) vs RPM.

Adicionalmente se verificó que el sistema embebido de control pudiera seguir el punto de máxima potencia modificando la señal PWM de control de la fuente *buck*. Además, se comprobó el arranque y frenado de la máquina cuando se alcanzaban los valores extremos de velocidad de rotación de la misma.

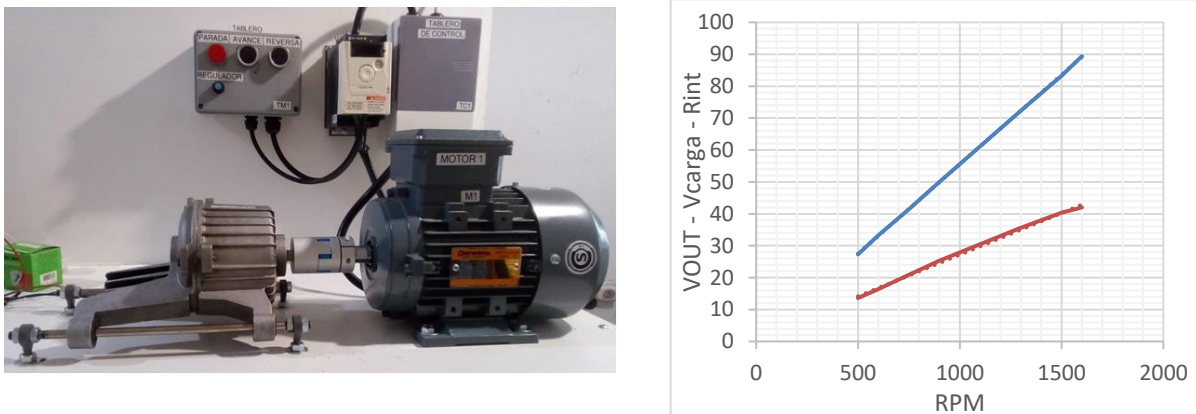


Figura 5 – Banco de Ensayos – V_{out} (azul) y R_{in} (roja) en función de RPM

Conclusiones

En el presente trabajo se muestra el grado de avance del proyecto, en donde fue posible el diseño y fabricación del aerogenerador tripala de imanes permanentes. En paralelo se diseñó y desarrolló el sistema embebido de control, basado en el microcontrolador STM32F103, utilizando freeRTOS. Se evaluaron dos alternativas para el sensado de la velocidad de giro y se fabricó el sistema para medición de la velocidad del viento mediante un anemómetro de cazoletas.

Todas las variables son adquiridas por el sistema embebido de control y además enviadas mediante un enlace Wireless a una PC, en donde se ejecuta una aplicación basada en LabView, figura 6, en la cual se pueden visualizar

en tiempo real, velocidad del aerogenerador y velocidad del viento, la corriente y tensión de carga, todos parámetros necesarios para validar las condiciones de diseño.



Figura 6 – Aplicación en LabView para visualizar variables del sistema

La etapa del proyecto que sigue es la puesta en servicio del sistema para su validación en campo, para lo cual se tiene previsto montar el sistema completo en el edificio central de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional.

Referencias

- [1] Real time study of P&O MPPT control for Small Wind PMSG turbine systems using Arduino microcontroller. Badreddine Lahfaoui, Smail Zouggar, Bourhaleb Mohammed, Mohamed Larbi Elhafyani. 8th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-16, 11-13 September 2016, Turin, ITALY
- [2] A new low-cost sensorless MPPT algorithm for small wind turbines, René Aubrée, François Auger and Ping Dai, First International Conference on Renewable Energies and Vehicular Technology, Nantes, France 2012.
- [3] Design and Analysis of an MPPT Technique for Small-Scale Wind Energy Conversion Systems. Zakariya M. Dalala, Zaka Ullah Zahid, Wensong Yu, Younghoon Cho, and Jih-Sheng (Jason) Lai. IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 28, NO. 3, SEPTEMBER 2013
- [4] Energía Eólica Práctica. Editorial: Artes Gráficas Gala Autor: Paul Gipe. Sevilla. 2000.
- [5] Energía Eólica Editorial: Ceac Autor: Miguel Villarubia. Barcelona. 2007
- [6] Small Wind Turbines - Analysis, Design, and Application. Editorial: Springer Autor: David Wood. 2011
- [7] A Novel Design Approach for Tubular-Stock-Based Blades for Human Wind Turbines. Autor: Pedro Melendez-Vega. 2011 Wisconsin Electric Machines and Power Electronics Consortium. University of Wisconsin-Madison
- [8] JavaFoil – Source: https://www.mh-aerotoools.de/airfoils/jf_applet.htm. Visita: 12/10/2022

Análisis técnico-económico de generación híbrida residencial

Technical-economic analysis of residential hybrid generation

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Vanina A. Zandoná

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, Ciudad de Santa Fe, Pcia. Santa Fe, Argentina
vaninazandon@gmail.com

Ulises Manassero

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, Ciudad de Santa Fe, Pcia. Santa Fe, Argentina
ulisesmanassero@hotmail.com

Carlos Ignacio Sanseverinatti

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, Ciudad de Santa Fe, Pcia. Santa Fe, Argentina
CONICET, Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC)
cisanseverinatti@frsf.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se evalúa la factibilidad técnica y económica, en el marco del programa ERA, de la implementación de un sistema de generación híbrida con almacenamiento de energía en baterías de Ión-Litio y Plomo-ácido. El objetivo es estimar los potenciales ahorros económicos para un usuario residencial y la estrategia de funcionamiento óptimo del sistema. Para el estudio se selecciona como referencia la ciudad de Santa Fe, se modela el perfil de carga de un distribuidor estándar a partir de consumos de energía típicos de usuarios residenciales y se establece el cuadro de indisponibilidad anual, con discriminación horaria y estacional de los eventos que causan corte de suministro. Luego, a partir de simulaciones basadas en la optimización del costo nivelado de la energía, se dimensiona el sistema híbrido para diferentes niveles del precio de la energía. En última instancia, se realiza un análisis de sensibilidad en base a cambios en el costo de inversión de las baterías y en el tiempo promedio de indisponibilidad de la red. Los resultados demuestran que los ahorros económicos no justifican la implementación del sistema de generación híbrida con almacenamiento de energía.

Palabras clave: Costo nivelado de la energía; Fotovoltaico; Generación híbrida; Indisponibilidad.

Abstract

In the present work, the technical and economic feasibility of the implementation of a hybrid generation system with energy storage in Lithium-Ion and Lead-acid batteries is evaluated, within the framework of the ERA program. The objective is to estimate the potential economic savings for a residential user and the optimal operation strategy of the system. For the study, the city of Santa Fe is selected as reference, the load profile of a standard distributor is modeled based on typical energy consumption of residential users and the annual unavailability table is established, with hourly and seasonal discrimination of the events causing power outage. Then, with simulations based on the optimization of the levelized cost of energy, the hybrid system is dimensioned for different levels of the price of energy. Ultimately, a sensitivity analysis is performed based on changes in the investment cost of the batteries and in the average time of network unavailability. The results show that the economic savings do not justify the implementation of the hybrid generation system with energy storage.

Keywords: Hybrid generation; Levelized cost of energy; Photovoltaic; Unavailability.

Introducción

En las últimas décadas, se ha desarrollado significativamente una nueva forma de generación eléctrica, la generación distribuida, que mediante la instalación de pequeñas fuentes cerca de los puntos de consumo da lugar a un mejor aprovechamiento de la producción de energía eléctrica (Colmenar Santos, et al, 2015). Esto impulsa el estudio de las diversas alternativas disponibles en el mercado y las diferentes metodologías de aplicación de estos sistemas en redes de distribución, particularmente en este trabajo, la generación de energía a partir de paneles fotovoltaicos (FV). Existe la posibilidad de implementar estos sistemas para trabajar de manera aislada (off-grid) o en paralelo con la red (on-grid), siendo optativo en el último caso la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía (SA).

En este contexto, y en vista de que la matriz energética argentina ha ido ampliando su capacidad de generación eléctrica a partir de fuentes renovables (Secretaría de Energía, 2019-2021), distintas políticas se han desarrollado para impulsar y promover la generación a partir de fuentes renovables en diferentes niveles de potencia. En un trabajo anterior, los autores evaluaron la factibilidad económica de la implementación del programa ERA, de la provincia de Santa Fe, para un usuario residencial con un sistema de generación híbrida sin SA. Los resultados obtenidos fueron favorables, para la inserción como usuario prosumidor, solo ante ciertos escenarios con reducción del subsidio a la energía o del nivel de precios de los equipos fotovoltaicos (Manassero, et al, 2022).

En base a esta situación preliminar, en este trabajo se pretende estudiar técnica y económicamente, en el marco del programa ERA (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, 2020), el diseño, instalación y operación de un sistema fotovoltaico (SFV) de baja escala de potencia a nivel residencial, con banco de baterías y que trabaje en conexión on-grid. Mediante el software especializado, HOMER Pro, se ejecuta el análisis del sistema basado en la evaluación de ciertos indicadores técnicos y económicos preestablecidos, computados para diferentes alternativas evaluadas.

Desarrollo

Caso de estudio

Con el fin de evaluar técnica y económicamente la implementación de la generación híbrida residencial, en el marco del programa ERA, se define como caso de estudio un circuito de distribución en 13,2 [kV] de tipo urbano, que abastece mayormente usuarios residenciales de la ciudad de Santa Fe.

Metodología

Para el estudio del diseño y operación del SFV, se efectúa su modelado y simulación en el software HOMER Pro, considerando todos los costos de inversión del sistema, los precios de compra y venta de la energía, los volúmenes de energía anual de producción admitidos por el programa ERA y el cuadro de indisponibilidad de energía, establecido en base a los índices de confiabilidad global de la red. La Figura 1 esquematiza el flujo de actividades llevadas adelante en el análisis.

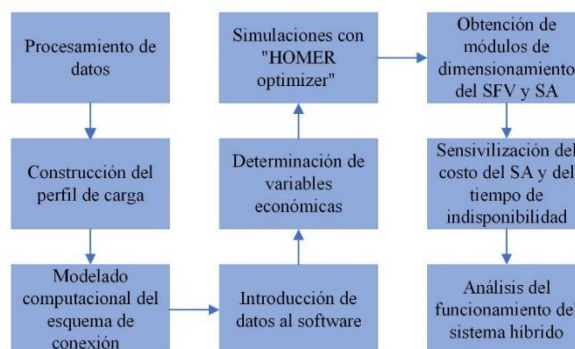


Figura 1: Flujo de actividades del estudio.

Consideraciones para el estudio

Las hipótesis adoptadas para estudiar la operación del SFV con SA fueron las siguientes:

- Una tasa de inflación anual en USD de 6% y tasa de descuento anual en USD de 12%;
- Tiempo de vida útil del proyecto de 20 años;
- Máxima escasez anual de capacidad admitida de 10%;
- Potencia de generación renovable máxima a instalar por todo usuario generador delimitada por el consumo energético anual, debiendo ser menor o igual al mismo;
- Nivel de carga mínima del SA de 10%;
- No se permite la carga de la batería a través de la red.

Los costos de los elementos del sistema de generación renovable se definen como sigue: los costos del equipo FV y del inversor (de capacidad: 1 [kW]) se determinan a partir del precio de 2200 USD/kWp; el costo de las distintas tecnologías de baterías se obtiene mediante la "Herramienta de costo de servicio de almacenamiento de electricidad" (IRENA, 2017).

Por otra parte, la vida útil del equipo FV y del inversor son 25 y 15 años respectivamente, mientras que, para las baterías queda definida en base a los ciclos de carga y descarga. Las características de las baterías utilizadas en las simulaciones se muestran en la Tabla 1.

Tecnología	Voltaje nom. [V]	Capacidad nom. [Ah]	Vida útil [kWh]	Costo [USD/kWh]
Plomo-ácido	6	225	1086	406
Ión-Litio	6	167	3000	555

Tabla 1: Características de las baterías.

Modelado

Los componentes utilizados para el diseño de la configuración integral de conexión son: la red de distribución de 13,2 [kV], un SFV, un inversor y un SA (ver Figura 2). El objetivo del diseño consiste en lograr optimizar el dimensionamiento de sus componentes de modo de obtener los menores costos de operación y la mayor rentabilidad del proyecto. Se adopta como caso "base" el sistema híbrido sin SA y con reducción del subsidio a la energía al 30%. En esta instancia, quedan definidas tres situaciones de estudio para optimizar el tamaño de los componentes que integran el SFV, las cuales son: S1: 70% de subsidios de energía (situación actual) (Cammesa, 2022); S2: 30% y S3: 0% (eliminación de subsidios).

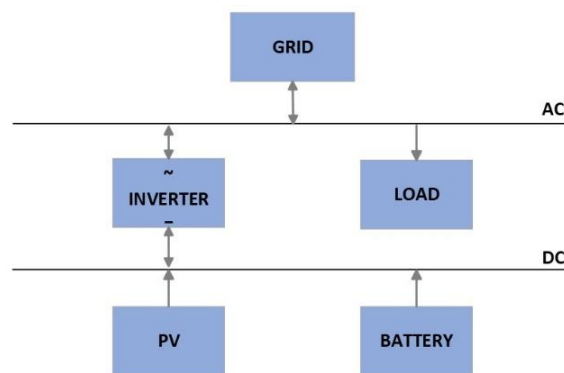


Figura 2: Esquema de configuración integral del SFV.

Utilizando para las simulaciones la opción "HOMER optimizer" y asignando para el inversor un módulo de 1,5 [kW], a raíz de las conclusiones del anterior trabajo de los autores, se hallan las configuraciones óptimas globales, con el fin de obtener una estimación preliminar de los módulos de dimensionamiento del SFV y comparar las tecnologías de baterías Ión-Litio (Li) y Plomo-ácido (Pb).

En una siguiente instancia, se ejecutaron simulaciones para S3 con variación del costo de capital del SA con la tecnología ganadora del caso anterior. Para este caso, se analiza la variación de los indicadores técnicos y económicos del sistema híbrido con respecto al anterior.

Por último, para S1 y S2 con el nivel de precios actual del SA, se estudia los resultados de los indicadores y los módulos de dimensionamiento ante el aumento del tiempo promedio de indisponibilidad de la red, a fin de determinar el caso en que se justifica la implementación del SA y su funcionamiento es óptimo.

Con el objetivo analizar la viabilidad económica de un sistema híbrido con SA, bajo los lineamientos del programa ERA, se procedió a estudiar los casos detallados anteriormente. En la Tabla 2 son listados en el orden de ejecución de las simulaciones con las opciones seleccionadas para el algoritmo de cálculo (*Capacity Optimization*) y las variables intervinientes.

Caso	<i>Capacity optimization</i>	Precio de la energía	Costo SA	Indisponibilidad de red
1	HOMER optimizer FV y SA	S1 – S2 – S3	NV ¹	NV
2	HOMER optimizer FV y SA	S3	V ²	NV
3	HOMER optimizer FV y SA	S1 – S2	NV	V

Tabla 2: Casos de simulación evaluados en HOMER Pro.

Resultados

Los indicadores económicos y técnicos seleccionados para comparar los diferentes casos de estudio frente al caso base son:

- COE (“Cost of Energy”): costo nivelado de la energía;
- Payback descontado: años para el recupero de la inversión;
- Carga insatisfecha (CI): porcentaje no satisfecho del consumo anual de la carga;
- Entrada de energía (EE): cantidad total de energía cargada al almacenamiento;
- Salida de energía (SE): cantidad total de energía descargada del almacenamiento;

A continuación, se exponen los resultados obtenidos para cada caso y se analizan las principales características.

Análisis del caso 1

Los resultados de las simulaciones se presentan en la Tabla 3 y 4. Para la situación actual (S1), la configuración que arroja el óptimo económico es aquella que solo integra la red de distribución y el COE es un 15,5% mayor que en el caso base.

Para S2 y S3 la configuración óptima con SA es aquella que utiliza la tecnología Pb, a raíz de los menores valores del COE, lo cual se debe a la diferencia en los costos de inversión de las distintas tecnologías. Los valores de COE de las configuraciones óptimas para S2 y S3 son 14,4 y 12,9% mayor respecto al caso base.

Por su parte, la diferencia en el nivel de precios de la energía para S3 repercute positivamente sobre el *payback* (ver Tabla 3).

Los indicadores EE y SE, y la Figura 3 evidencian que para el óptimo funcionamiento del sistema en S2 y S3 la batería abastece la carga solo ante indisponibilidades de la red de distribución, si bien la carga insatisfecha disminuye, no alcanza el 0%. Del flujo de caja de S2 (Pb) (ver Figura 4) se observa que, debido a la estrategia de utilización del SA, durante el tiempo de análisis del proyecto no es necesario el reemplazo de la batería.

¹ NV: no variable.

² V: variable.

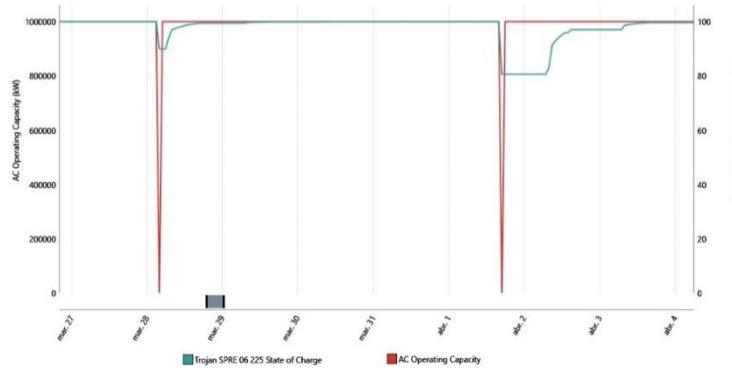


Figura 3: Extracto de la gráfica de funcionamiento anual de la red y el estado de carga de la batería.

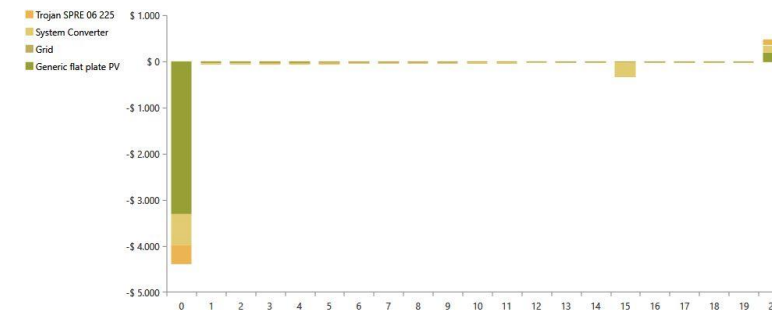


Figura 4: Flujo de caja descontado por componentes de S2 (Pb).

Situación	COE [USD/kWh]	Payback desc. [año]	EE [kWh/año]	SE [kWh/año]	CI [%]
Caso base	0,06871	16,8	-	-	0,204
S1	0,07938	-	-	-	0,308
S2 (Pb)	0,07860	19,7	4,06	3,27	0,113
S2 (Li)	0,08384	NR ³	3,67	3,30	0,112
S3 (Pb)	0,07756	12,6	4,04	3,26	0,113
S3 (Li)	0,08273	13,7	3,65	3,29	0,112

Tabla 3: Resultados de los indicadores técnicos y económicos del caso 1.

Situación	Caso base	S2 (Pb)	S2 (Li)	S3 (Pb)	S3 (Li)
Paneles FV [kW]	2,45	2,45	2,45	2,56	2,56
Batería [un]	-	1	1	1	1

Tabla 4: Módulos de dimensionamiento del SFV.

Análisis del caso 2

Para el caso en cuestión, ante caída del costo de inversión del SA en 25 y 50%, las simulaciones arrojan la misma estrategia de funcionamiento. Por lo tanto, los módulos de dimensionamiento, la entrada y salida de energía al almacenamiento y la carga insatisfecha no varían. La variación del costo repercute sobre el valor del COE y el *payback*, disminuyendo este último hasta un 13,8%.

Análisis del caso 3

Frente a la variación del tiempo promedio de indisponibilidad de la red, para S1 los resultados de la configuración óptima vuelve a ser con conexión únicamente a la red de distribución. En tanto que, para S2 la tecnología con mejores valores de COE es la misma de los resultados anteriores. Los indicadores sufren variaciones, pero se mantiene la estrategia de funcionamiento del SA del caso 1 y los módulos de dimensionamiento.

De los resultados de la Tabla 5 se observa que, respecto a la misma situación del caso 1, los COE aumentan y esto se debe a los mayores tiempos de indisponibilidad en los que el SA alimenta la carga, así mismo los valores de entrada y salida de energía.

³ NR: el plazo de recupero de la inversión excede el tiempo de vida útil del proyecto.

El porcentaje de carga insatisfecha también se ve en aumento, esto evidencia que el algoritmo de simulación prioriza el abastecimiento de la carga mediante la red de distribución para obtener el óptimo económico.

Respecto al caso base, para las dos situaciones analizadas el COE es aproximadamente un 14,5% mayor.

Situación	T. prom. reparación [hr]	COE [USD/kWh]	Payback desc. [año]	EE [kWh/año]	SE [kWh/año]	CI [%]
S2 (Pb)	3,70	0,07866	19,7	9,05	7,24	0,297
S2 (Pb)	5,22	0,07868	19,7	9,75	7,80	0,466

Tabla 5: Resultados de los indicadores técnicos y económicos del caso 3.

Conclusiones

El análisis de los resultados expuestos anteriormente deja en evidencia que, en una primera instancia, con el actual nivel de precios de la energía y los costos de inversión del SFV con almacenamiento de energía, no resulta factible la inserción como usuario prosumidor en el marco del programa ERA.

Por su parte, para los casos hipotéticos considerados, con diferentes precios de la energía, variación del costo de inversión del SA y del tiempo promedio de indisponibilidad de la red, los resultados obtenidos no justifican la implementación del sistema de generación híbrida con almacenamiento de energía. Esto se debe a que, ante las disposiciones actuales del programa ERA, el costo por abastecer la carga con la energía almacenada resulta mayor que mediante la red de distribución, razón por la cual el SA funciona estratégicamente en casos de indisponibilidades de la red. Es menester destacar que, en este estudio no son contemplados los costos que las indisponibilidades pueden implicar para un usuario y la valorización de estos podría revertir los resultados.

En síntesis, a raíz de este estudio técnico-económico, no resulta factible para un usuario residencial de la provincia de Santa Fe la implementación de un sistema de generación híbrida con banco de baterías.

Referencias

- Colmenar Santos, A.; Borge Diez, D.; Collado Fernández E.; Castro Gil M. A. (2015). Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes. Recuperado de <https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=9fOiCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=generacion+distribuida+con+baterias&ots=wrw5KyQmAi&sig=nVOh6T2r3Tua6x18ueZ1FT9B25A#v=onepage&q=generacion%20distribuida%20con%20baterias&f=false>.
- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (2022). Síntesis mensual. Informe período jul/22. Recuperado de https://cammesaweb.cammesa.com/inf_orme-sintesis-mensual/.
- IRENA. (2017). Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Recuperado de <http://www.irena.org/publications>.
- Manassero, U.; Sanseverinatti, I.; Zandoná, V. A.; Furlani, R.; Steinmann, I.; Banegas, J. M. (2022). Estudio de factibilidad económica del programa de fomento a la generación renovable de baja escala de potencia a nivel residencial. IV Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica (CITTIE 2022).
- Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe. (2020). Programa ERA, Decreto 1098.
- Secretaría de Energía. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Balances Energéticos Nacionales. (2019-2021). Recuperado de <https://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos>.

Auditorías energéticas en Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste

Energy audits at Resistencia Campus of the Northeast National University

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Hugo D. Zurlo

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste
hzurlo@gmail.com

Tatiana K. Yakimchuk

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste
tatiana.yakimchuk@ymail.com

Diego M. Ferreyra

Facultad Regional San Francisco. Universidad Tecnológica Nacional
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

Se presentan resultados de la auditoría energética realizada en el Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste. El objetivo fue estudiar el consumo energético de los edificios y definir recomendaciones para hacerlo más eficiente. Se adoptó la metodología propuesta por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética para edificios de educación superior, que comprende tres fases: relevamiento de datos, contabilidad energética e identificación de medidas para mejorar la eficiencia. De la primera fase, resulta que el 55 % de la energía consumida se destina a climatización y que el 43 % de la energía se consume en las aulas, siendo este tipo de recinto el de mayor incidencia en el consumo total. De la segunda fase, se obtiene que el consumo medio mensual de cada Facultad asciende a 29 000 kW·h/mes, con picos de potencia que llegan a 80 kW y un consumo basal que ronda los 10 kW.

Palabras clave: eficiencia energética, auditorías energéticas, edificios educativos

Abstract

Results of the energy audit carried out at the Resistencia Campus of the Universidad Nacional del Nordeste are presented. The objective was to study the energy consumption of buildings and define recommendations to make it more efficient. The methodology proposed by the Chilean Energy Efficiency Agency for higher education buildings was adopted, which includes three phases: data collection, energy accounting and identification of measures to improve efficiency. From the first phase, it turns out that 55 % of the energy consumed is used for air conditioning and that 43 % of the energy is consumed in the classrooms, this type of enclosure being the one with the highest incidence in total consumption. From the second phase, it is obtained that the average monthly consumption of each Faculty amounts to 29,000 kW·h/month, with peak power reaching 80 kW and a baseline of around 10 kW.

Keywords: energy efficiency, energy audits, educational buildings

Introducción

El Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo Nacional (PEN, 2007) declara de interés prioritario el uso racional y eficiente de la energía y aprueba los lineamientos del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). Su objetivo es contribuir a mejorar la eficiencia en el consumo de energía en los diversos sectores, entre ellos, el de los edificios públicos. Este programa propone a los organismos dependientes del PEN la implementación de acciones que contribuyan a minimizar el consumo de energía en los edificios de su dependencia.

En respuesta a esta directiva, la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) propuso en 2016 el Plan de Uso Responsable de la Energía (PURE), aprobado por Resolución 972/16 (CSU-UNNE, 2017). En sus considerandos, esta expresa que “la Universidad considera importante y urgente la necesidad de implementar acciones concretas que permitan disminuir el consumo energético por principios y convicciones ambientales, como así también la necesidad de cumplir con leyes y normativas en vigencia y reducir gastos económicos” y que “se pretende instalar un cambio cultural que perdure en el tiempo, no por la escasez sino por el cuidado de un recurso no renovable”. El PURE se sustenta en las acciones nacionales que buscan respetar los acuerdos internacionales, el crecimiento poblacional y edilicio de la Universidad que incrementa el consumo energético, la disminución de subsidios a la energía que incide en el precio final que se paga por ella y el rol de la Universidad como formadora de ciudadanos con responsabilidad social y ambiental, por lo que debe ser ejemplo ante la sociedad de los preceptos que predica.

Si bien el PURE abarca todos los campus de la UNNE con sus institutos y dependencias, el presente trabajo se circunscribe al campus Resistencia. Dada la inexistencia de una red de gas natural y el escaso consumo de gas envasado, el estudio se centra exclusivamente en la energía eléctrica. Según la norma ISO 50002 (ISO, 2014),

una auditoría o evaluación energética comprende una revisión detallada del desempeño energético de una organización, de un proceso o de ambos. Por lo general, se basa en la medición y observación adecuadas de los usos y el consumo de energía. Los resultados de la auditoría suelen incluir información sobre el consumo y el rendimiento actuales, y pueden ir acompañados de una serie de recomendaciones clasificadas para mejorar en términos de rendimiento energético. Las auditorías energéticas se planifican y realizan como parte de la identificación y priorización de oportunidades para mejorar el desempeño energético.

Desarrollo

En ausencia de normativa nacional que establezca un procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios educativos, se adopta la metodología propuesta por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE, 2014) para edificios de instituciones de educación superior. En ella se prevén tres fases:

1. **Levantamiento de datos.** Realizar el catastro de toda la información necesaria para conocer qué hay en la instalación y cómo funciona.
2. **Contabilidad energética.** Analizar el comportamiento de los consumos de los establecimientos educacionales, supervisar el flujo de energía e identificar debilidades para luego seleccionar medidas de mejora adecuadas.
3. **Identificación y cálculo de Medidas de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE).** Identificar las principales MMEE para iluminación, climatización, agua caliente sanitaria (ACS), edificación y equipos. Asimismo, calcular la mejora del desempeño energético y el ahorro de costos derivados de la implementación de las MMEE identificadas.

En correspondencia con la **fase 1**, se relevaron artefactos y equipos para iluminación, acondicionamiento térmico, calentamiento y refrigeración de agua (áreas de acceso público), refrigeración y calentamiento de bebidas y alimentos (oficinas y áreas de acceso restringido), tareas de oficina, aulas y laboratorios (computadoras, proyectores, equipos de laboratorio) de uso habitual. Para determinar la energía que consumen, se estimó un tiempo

medio diario y anual de funcionamiento. En la Fig. 1, se muestran los datos correspondientes a un día laboral medio y un valor anualizado que tiene en cuenta la incidencia de los días no laborales (feriados y recesos).

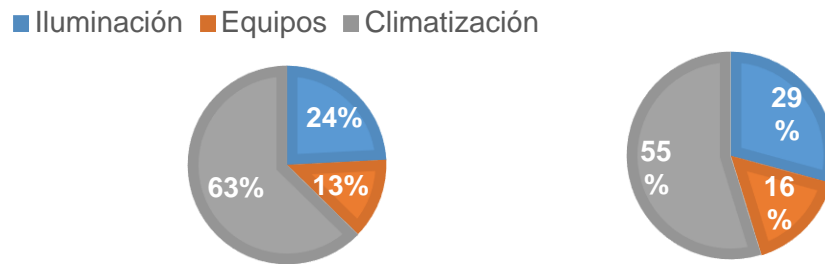


Figura 1. Incidencia de cada tipo de artefacto en el consumo de energía diario (izquierda) y anual (derecha) en el Campus UNNE Resistencia

Se observa la marcada incidencia de la climatización en el consumo energético diario, consecuencia del uso intensivo de equipos para el acondicionamiento de aire. El consumo en iluminación es moderado, pero puede reducirse significativamente incorporando tecnología y modificando hábitos. El consumo de los equipos de oficinas, aulas y laboratorios es relativamente bajo pero reducible. Al considerar el consumo anual, la incidencia de la climatización disminuye por la inclusión de los días de receso y feriados en los que no se usan estos equipos.

En la Fig. 2, se muestra el consumo medio diario para un día laboral y para todo el año diferenciado según el tipo de recinto, para lo cual se efectuó una categorización por funciones de los locales: se los agrupó en áreas comunes (sanitarios, pasillos, bares, recreación), aulas y talleres, departamentos y laboratorios, oficinas administrativas o de servicios, y bibliotecas de cada Facultad del Campus. Se observa que las aulas y talleres, donde confluye el grueso del alumnado, demandan el 43 % de la energía diaria consumida, equiparable al consumo combinado de oficinas y departamentos, seguidos en menor escala por el consumo en áreas comunes y bibliotecas.

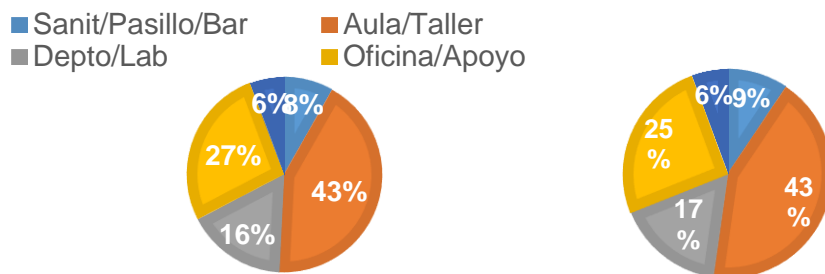


Figura 2. Incidencia de cada tipo de recinto en el consumo de energía diario (izquierda) y anual (derecha) en el Campus UNNE Resistencia

Para el estudio de la envolvente, se calculó la transmitancia térmica de muros y techos utilizando el método indicado por la norma IRAM 11601 (IRAM, 2002) y se la comparó con los valores máximos de transmitancia térmica para cerramientos opacos indicados en la norma IRAM 11605 (IRAM, 1996). Se encontró que la mayoría de los componentes de la envolvente está en el nivel de aislación mínimo (nivel C) y que varios componentes están fuera de norma. Dado que el campus se encuentra emplazado en la zona bioambiental I según IRAM 11603 (IRAM, 2012), el problema que se presenta es el de las ganancias de calor del exterior durante el período estival.

En correspondencia con la **fase 2**, se contabilizó el consumo eléctrico mensual de la unidad de estudio; es decir, la sumatoria de consumos de las facultades de Arquitectura (FAU), Ingeniería (FI), Humanidades (FH) y Ciencias Económicas (FCE) para el período comprendido entre 2006 y 2017.

En la Fig. 3, se observan los picos de consumo durante los meses iniciales y finales del ciclo lectivo, coincidentes con el período estival, y los valles de consumo durante los recesos de invierno y verano.

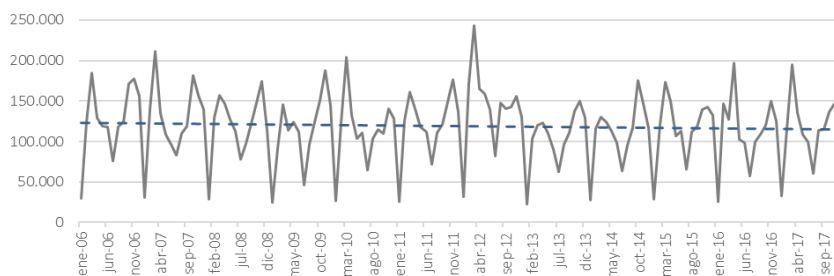


Figura 3. Consumo de energía eléctrica, en kW·h/mes, en el Campus UNNE Resistencia, de 2006 a 2017

En la Tabla 1, se muestran los consumos promedio mensual y anual, de pico inicial y final del ciclo lectivo y valle estival e invernal, para cada facultad y para el conjunto.

Consumo promedio	FAU [kW·h]	FI [kW·h]	FCE [kW·h]	FH [kW·h]	TOTAL [kW·h]	Período de ocurrencia
Mensual	30 577 (26,34 %)	29 209 (25,16 %)	27 452 (23,64 %)	28 864 (24,86 %)	116 102	---
Anual	366 923 (25,78 %)	350 503 (24,63 %)	359 371 (25,25 %)	346 373 (24,34 %)	1 423 169	---
Pico inicio de clases	44 937 (24,98 %)	43 685 (24,29 %)	43 930 (24,43 %)	47 304 (26,30 %)	179 856	Marzo-abril
Pico final de clases	43 696 (26,45 %)	38 835 (23,51 %)	42 170 (25,53 %)	40 500 (24,52 %)	165 201	Octubre-noviembre
Valle de verano	6394 (22,85 %)	11 290 (40,35 %)	6547 (23,40 %)	3747 (13,39 %)	27 978	Enero
Valle de invierno	17 338 (26,36 %)	17 739 (26,97 %)	16 029 (24,37 %)	14 670 (22,30 %)	65 776	Julio

Tabla 1. Consumo promedio de energía eléctrica, en kW·h, en el Campus UNNE Resistencia, de 2006 a 2017

A fin de conocer el perfil de carga diario, se efectuaron mediciones con un analizador de redes Lutron DW-6095. En la Fig. 4, se muestra el comportamiento de la demanda a lo largo de una semana del período mayo-julio para tres de las facultades auditadas. Cabe aclarar que el jueves para la FAU fue feriado, por ello el consumo reducido.

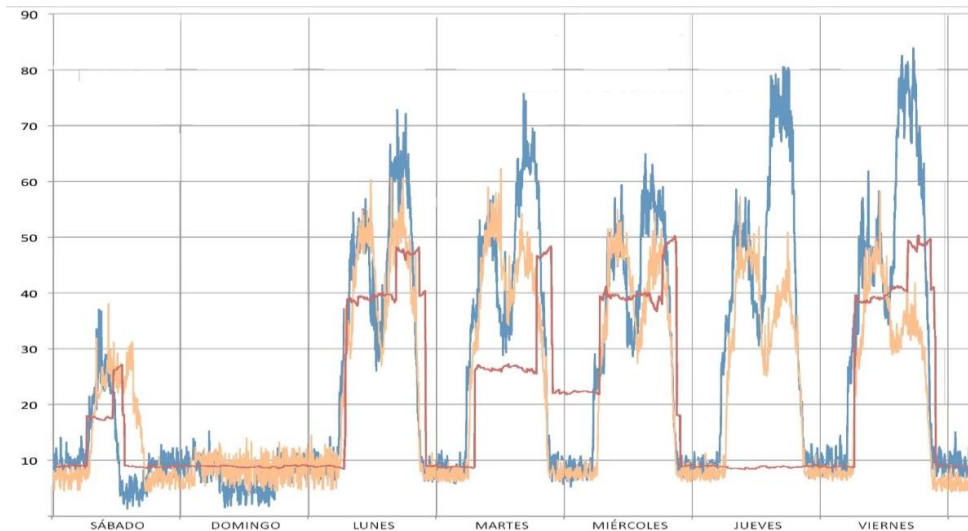


Figura 4. Perfil diario de potencia activa [kW] durante una semana para tres de las Facultades en estudio.
FAU (rojo), FI (celeste), FH (naranja)

Se observan picos de hasta 80 kW y una demanda basal (horario nocturno y feriado) de unos 10 kW. En todos los casos, se nota la diferencia de consumo matutino y vespertino. Para la FAU, el consumo es casi constante por el encendido y apagado simultáneo de casi toda la carga, dados ciertos hábitos y las características de la instalación.

En correspondencia con la **fase 3**, se describen someramente las recomendaciones técnicas, procedimentales y normativas que se podrían implementar para continuar con la aplicación del PURE.

- Recomendaciones técnicas: reemplazar tecnologías vetustas en sistemas de iluminación y climatización; incorporar sensores de movimiento y temperatura para automatizar la iluminación y climatización; incluir medidores seccionales de energía para un mejor control de consumos; incorporar energías renovables para calentamiento de agua y generación fotovoltaica, agregar sistemas de renovación de aire interior y rehabilitación energética de la envolvente arquitectónica.
- Recomendaciones procedimentales: incorporar criterios de eficiencia energética para la adquisición de equipos, ampliar la información patrimonial con datos de antigüedad y consumo de equipos, fortalecer el mantenimiento de equipos e instalaciones, realizar campañas de concientización y sensibilización, implementar un Sistema de Gestión de la Energía.
- Recomendaciones normativas: cumplir la normativa vigente en materia de aislación térmica y eficiencia energética, reglamentar acciones a nivel universitario que tiendan a un uso eficiente de la energía.

Se estima que, con cinco medidas puntuales, tres de recambio o incorporación de tecnología y dos relativas al comportamiento de los ocupantes, es posible reducir el gasto de electricidad global en un 32 %. Dichas medidas son el reemplazo de equipos de iluminación fluorescente y otras por tecnología LED, el reemplazo de monitores tipo TRC por tipo LED, el precalentamiento solar de las expendedoras de agua caliente, la desconexión o el apagado total de equipos para evitar consumos en modo *stand-by* y la reducción del tiempo de climatización. Con estas medidas, se podría llevar el consumo actual de 1855 MW·h/año a 1263 MW·h/año; es decir, ahorrar 592 MW·h/año.

Conclusiones

En este trabajo, se presentaron resultados globales de una auditoría energética realizada sobre el Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste, en Argentina. Del equipamiento, se mostró una incidencia preponderante de los equipos de climatización. De los espacios, se encontró que las aulas y los talleres son los que

tienen mayor incidencia. En cuanto al aporte de cada una de las facultades relevadas, se ve uniforme, salvo casos específicos. Se enumeraron medidas para la mejora de la eficiencia energética, unas basadas en el reemplazo de equipos y otras, en la modificación de hábitos. Las primeras requieren una gran inversión inicial, pero implicarían una reducción significativa en consumo y costo. Combinadas, todas las medidas propuestas podrían producir una reducción global del 32 % en el consumo de energía del campus. Como trabajo a futuro, se propone actualizar los registros y ahondar sobre los datos desagregados por cada facultad, para luego ponderar concretamente la aplicación de las medidas propuestas para cada una de ellas.

Referencias

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) (2014). *Guía de Apoyo al Desarrollo de Diagnósticos Energéticos para Instituciones de Educación Superior (EIS)*. Santiago (Chile).
- Consejo Superior de la Universidad Nacional del Nordeste (CSU-UNNE). Resolución nro. 972/16. *Plan de Uso Responsable de la Energía*. Boletín Oficial de la UNNE nro. 375. Corrientes, 13/02/2017.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos* (IRAM 11605). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2002). *Aislamiento térmico de edificio. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario* (IRAM 11601). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2010). *Carpintería de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4. Requisitos complementarios. Aislación térmica* (IRAM 11507-4). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina* (IRAM 11603). Argentina.
- International Organization for Standardization (ISO) (2011). *Energy management systems. Requirements with guidance for use* (ISO 50001).
- International Organization for Standardization (ISO) (2014). *Energy Audits. Requirements with guidance for use* (ISO 50002).
- Poder Ejecutivo Nacional (PEN). Decreto nro. 140. *Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Boletín Oficial de la República Argentina. Buenos Aires, 21 de diciembre de 2007.
- Universidad Nacional del Nordeste. UNNE en cifras. Disponible en https://www.unne.edu.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=7:unne-en-cifras&lang=es.

Bienestar centrado en el estudiante

Student centered wellness

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Germán Yennerich

Universidad Tecnológica Nacional / Universidad Nacional de Villa María
yennerich_grillo@yahoo.com.ar

Alberto Toloza

Universidad Tecnológica Nacional
atoloza@frsfco.utn.edu.ar

Carina Gazzaniga

Universidad Nacional de Villa María
carinagazzaniga@hotmail.com

Ignacio Castellano

Universidad Nacional de Villa María
nachocaste.di@gmail.com

Resumen

Se ha realizado una encuesta para diagnosticar las molestias que presentan los estudiantes de la Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional, con el fin de corregir o implementar prácticas que beneficien la salud de los estudiantes.

Se eligió el sexo, el peso, la altura, la actividad deportiva, el descanso nocturno, la consulta a profesionales de la salud, posturas y problemas visuales, como variables para tener en cuenta en la presencia de dolores o molestias que los estudiantes manifiestan. La preocupación por el bienestar de los estudiantes viene de la mano con el cambio de paradigma que se pretende implementar en la UTN, donde el protagonismo del aprendizaje pasa del docente al alumno, para ello hay que preocuparse también por la salud de este.

Se ha dividido el análisis de los resultados de la encuesta en función del género. Las quejas, en orden de importancia, entre las mujeres es el dolor de cabeza, la cervicalgia, o dolor detrás del cuello, y dolor en la parte media y baja de la columna. Mientras en los varones, el principal dolor es la cervicalgia, y siguen el dolor de cabeza y de piernas. En ambos casos, estas molestias se relacionan con poca actividad física, problemas para dormir y no consultar a profesionales de la salud. En función de esto, las Universidades deberían organizar controles sanitarios periódicos o exigirlos, y también disponer de diversidad de horarios y posibilidades para la práctica de actividades físicas.

Palabras clave: salud, gestión, prevención

Abstract

A survey has been carried out to diagnose the discomforts presented by the students at the San Francisco Regional Faculty National Technological University, in order to correct or implement practices that benefit the health of the students.

Sex, weight, height, sports, activity, night rest, consultation with health professionals, posture, and visual problems, were chosen as variables to take into account in the presence of pain or discomfort that students manifest. The concern for the well-being of

the students, comes hand in hand with the paradigm shift that is intended to be implemented in the UTN, where the role of learning passes from the teacher to the student, for this it is also necessary to worry about the health of the students.

The analysis of the survey results has been divided according to gender. The complaints, in order of importance, among women are headache, cervicalgia or pain behind the neck, and pain in the middle and lower spine. While in men, the main pain is neck pain, followed by headache and leg pain. In both cases, these discomforts are related to little physical activity, sleep problems and not consulting health professionals. Based on this, Universities should organize regular health checks or require them, also have a diversity of schedules and possibilities for the practice of physical activities.

Keywords: health, management, prevention

Introducción

La vida estudiantil tiene sus exigencias con una alta carga cognitiva, que los estudiantes afrontan con diversas estrategias, la mayoría de las cuales tienen que ver con tiempo de lectura sobre pantallas o textos impresos. Esa exigencia de conocimientos no es sólo un esfuerzo mental, sino que implica la participación del cuerpo con posturas estáticas. Nadie enseña a los estudiantes, cómo organizar su lugar de estudio de manera ergonómica, cómo organizar el tiempo, cómo preparar un examen, van aprendiendo por ensayo y error. Pero a veces un error puede perjudicar la salud del estudiante, como el caso de las malas posturas, el sedentarismo o no corregir problemas de visión.

Es por ello que es necesario realizar un estudio de campo sobre las molestias de los estudiantes para mejorar su bienestar, ya sea con condiciones más ergonómicas del mobiliario de la Universidad, y/o con controles en su salud

Debido a su masividad se ha elegido demostrar la relación entre el dolor detrás del cuello o cervicalgia, el dolor de cabeza, los problemas de sueño y la falta de actividad física.

Desarrollo

¿Cuáles son los dolores que sienten los estudiantes de Ingeniería y qué variables los producen? Para responder a esta pregunta se ha diseñado una encuesta para los estudiantes de Ingeniería de primer año de las siguientes carreras de la Facultad Regional San Francisco de la UTN:

- Ingeniería Electromecánica.
- Ingeniería Química.
- Ingeniería Electrónica.

También se ha encuestado al tercer año de Ingeniería en Sistemas, para comparar los resultados con estudiantes con más tiempo de vida universitaria.

La encuesta pregunta por el sexo, el peso, la cantidad de horas diarias estimadas frente a la PC, el celular y material impreso, si se practica o no un deporte o actividad física regularmente, si siente y dónde dolores diarios o semanales, si consultó o no al médico, si presenta problemas para dormir, si presenta problemas para leer, si consultó o no al oftalmólogo, si usa o no lentes.

En total se encuestaron 120 alumnos, 41 mujeres y 69 varones. La encuesta incluyó a todos los estudiantes de primer año de Ingeniería de la Facultad, menos a los estudiantes de primer año de Ingeniería en Sistemas, ya que en esta carrera se encuestó a los de tercer año.

Las encuestas se realizaron en el horario de cursado de la asignatura Ingeniería y Sociedad, aprovechando que es una materia homogénea que nuclea a todas las Ingenierías, se entregó la encuesta en formato papel, luego se explicó punto por punto, sobre todo las partes del cuerpo humano, para que los alumnos comprendieran bien las mismas. Luego se paseó al lado de los bancos mientras los estudiantes llenaban la encuesta, para poder ser accesibles a cualquier duda, y también para medir su grado de inclinación de las cervicales, usando una cinta métrica desde la frente del estudiante hasta el texto. El llenado de la encuesta llevó unos 10 minutos y se llevó a cabo en marzo del 2022.

La encuesta contempla el estilo de vida de los estudiantes porque la mayoría de las dolencias, y en especial la cervicalgia, son multicausales, y las mismas dependen mucho de las elecciones personales del estudiante, y de su contexto social que estimula o no diversas prácticas que pueden ser beneficiosas o perjudiciales para la salud.

Si la salud es un estado de bienestar biológico, psicológico y social, el dolor atenta contra ese bienestar, y se lo define como una sensación desagradable, que genera un sufrimiento, que la persona ve como una amenaza [1]. La cervicalgia es un

síntoma, es decir una señal que no se puede ver, como el dolor de cabeza o la náusea, pero que puede indicar una afección o enfermedad. El dolor cervical puede ser agudo cuando dura hasta seis semanas, subagudo hasta tres meses, y crónico cuando se extiende más de seis meses. Y puede ser producido por causas como: degeneraciones óseas, tumores, infecciones, inflamaciones, artrosis, contracciones musculares, malas posturas, ansiedad, depresión. Esta multicausalidad hace muy difícil su tratamiento.

La movilidad del cuello tiene básicamente dos funciones, mantener la verticalidad del cuerpo en un continuo cabeza-tronco, y también, buscar lo que el ojo quiere ver, de ahí que la relación cuello-mirada sea tan íntima [2]. En cuanto a la mirada, las mujeres tienen mayores problemas visuales que los varones, por ejemplo, en el síndrome del ojo seco, las mujeres tienen de dos a tres veces más casos que los varones a cualquier edad. [3].

También las cefaleas son un sufrimiento que mayoritariamente afecta a las mujeres, específicamente en la población universitaria, Cebrián *et alter* (2016) lo comprueban para la Universidad Autónoma de Madrid, y Combes *et alter* (2014), para la Universidad Nacional de Tucumán, e Icart Isern *et alter* (2006), para la Universidad de Barcelona.

En la Tabla 1 se grafican los resultados de la encuesta:

Tabla 1: Porcentajes de estudiantes que presentan dolores diarios o semanales en diversas partes del cuerpo.

	Mujeres	Varones
Cabeza	61 %	29 %
Detrás del cuello	54 %	39 %
Hombros	25 %	20 %
Parte media de la columna	46 %	17 %
Parte baja de la columna	41 %	24 %
Piernas	28 %	30 %
Pies	18 %	17 %

Como se puede observar, las estudiantes mujeres presentan mayor sufrimiento que los varones, salvo en el caso de las piernas. La mayor diferencia se encuentra en los dolores de cabeza, que también es la principal queja en las estudiantes mujeres. Esto confirma el hecho de que las mujeres tienen más cefalea que los varones, también dentro del ámbito universitario, como lo demuestran estudios citados en el párrafo anterior.

Desde el punto de vista físico no está claro la causa de esta diferencia. Se explica por el proceso hormonal que se relaciona con la menstruación, más precisamente con la disminución de estrógeno previo y durante la menstruación [4], pero también podría haber causas genéticas, y psicológicas, como el estrés [7].

Lo cierto es que las cefaleas se relacionan con la cervicalgia, porque las mismas se pueden extender detrás del cuello. En la encuesta en el caso de las mujeres, luego del dolor de cabeza, la cervicalgia es el segundo dolor en importancia según las alumnas:

Tabla 2: Porcentajes de estudiantes con cervicalgia que comparten dolores diarios o semanales con cefaleas.

	Mujeres	Varones
Cervicalgia con cefalea	62 %	46 %

Como se ve, son dolores bastante asociados, también desde el punto de vista del género, las mujeres tienen mayores problemas visuales que los varones, esto también se manifiesta en la encuesta. Esto podría explicar la mayor cantidad de cervicalgia entre las mujeres, por el hecho de que la falta de agudeza visual obliga a adoptar posturas no naturales, inclinando el cuello hacia adelante en el caso de la miopía o extendiéndolos hacia atrás en el caso de la hipermetropía.

Se podría pensar que, al ser el plano de trabajo de las mesas que utilizan los alumnos, todos de la misma altura, y al ser los varones más altos que las mujeres, con un promedio, en Argentina, para las mujeres de 19 años de 1,60 metros, frente a los varones de igual edad de 1,73 metros [5]. Deberían los varones inclinarse más para trabajar y generar más dolor cervical, pero son las mujeres las que presentan mayor frecuencia de cervicalgia.

Tampoco el tiempo de lectura en pantallas o textos escritos han demostrado estar relacionados con la cervicalgia. Es de señalar que los alumnos de primer año leen principalmente en la pantalla del celular:

Tabla 3: Promedios de horas diarias frente a diversas fuentes de lectura en función del tipo de dolor cervical. Estudiantes mujeres

	Celular	Computadora	Texto impreso
Sin dolor	7,2	2,9	3
Dolor semanal	6,3	2,7	1,3
Dolor diario	7	2,4	1,2

Tabla 4: Promedios de horas diarias frente a diversas fuentes de lectura en función del tipo de dolor cervical. Estudiantes varones.

	Celular	Computadora	Texto impreso
Sin dolor	5,9	3	1,3
Dolor semanal	5,4	2	1,9
Dolor diario	4,7	2,5	1,3

No hay relación entre el tiempo de uso del material de lectura y la cervicalgia. Lo mismo pasa con los alumnos de tercer año de Ingeniería en Sistemas, la única diferencia es que duplican el tiempo de uso de las PC, en comparación con primer año, las mujeres pasan a 4,3 horas diarias y los varones a 7 horas diarias, manteniendo el tiempo dedicado a celulares y textos impresos, no obstante, no presentan mayores dolores que los alumnos de primer año.

Los factores que sí se relacionan con la cervicalgia, fuera de otro dolor como la cefalea ya mencionada, en el caso de las estudiantes mujeres, son los problemas visuales, el uso de lentes, problemas para dormir, la falta de ejercicio físico y la no consulta al médico. Al tener más problemas visuales que los varones, las mujeres asisten más al oftalmólogo, (según la encuesta, 77 % de las estudiantes, frente al 60 % de los varones). No obstante, las estudiantes tienen más dificultades para leer, al punto tal que las seis estudiantes mujeres, que manifiestan sufrir diariamente dolor detrás del cuello, usan lentes, y de ellas el 50 % dice tener dificultades para leer.

Tabla 4: Porcentaje de presencia de variables que inciden en distintos grados de cervicalgia. Estudiantes mujeres.

	Poca agudeza visual	Dormir mal	Sin práctica deportiva	No consulta al médico
Sin dolor	20 %	28 %	64 %	33 %
Dolor semanal	27 %	27 %	47 %	33 %
Dolor diario	50 %	33 %	83 %	40 %

Tabla 4: Porcentaje de presencia de variables que inciden en distintos grados de cervicalgia. Estudiantes varones.

	Sin práctica deportiva	No consulta al médico	No consulta al oculista	Dormir mal
Sin dolor	46 %	56 %	40 %	17 %
Dolor semanal	53 %	56 %	37 %	10 %
Dolor diario	63 %	75 %	50 %	25 %

Como se ve, tanto en mujeres como en varones, la falta de ejercicio físico, no dormir adecuadamente, y obviamente no consultar a los profesionales de la salud, son concomitantes con la cervicalgia, y posiblemente con el resto de los dolores nombrados en Tabla 1.

Conclusiones

Los resultados de la encuesta muestran que la cervicalgia está más presente en las estudiantes mujeres que en los varones, como también lo muestra el trabajo de Romero [8], y en oposición al trabajo de Morra [2].

Las cefaleas y los problemas visuales, más presentes en las mujeres pueden ayudar a explicar esta diferencia.

Tanto las cefaleas como los problemas de visión dificultan la actividad deportiva y/o la realización de ejercicios físicos, que ayudan a sacar a los estudiantes del sedentarismo, también ayudan a facilitar el sueño, que es esencial para recuperarse de la fatiga.

La Universidad Tecnológica, al menos la Facultad Regional San Francisco, no realiza exámenes psicofísicos ni oftalmológicos a sus estudiantes, y tampoco los exige, como sucede en el nivel primario y secundario, esto redundando en dejar librado a la voluntad del alumnado el cuidado de su salud.

La encuesta muestra que el 23 % de las estudiantes mujeres y el 40 % de los estudiantes varones, nunca consultó un oftalmólogo, siendo la vista el sentido que el estudiante usará preponderantemente en su cursado.

No sólo se debería hacer o exigir un examen psicofísico y oftalmológico, sino que la institución debería hacerlo periódicamente, porque, en el caso de la vista, las correcciones ópticas se deben renovar constantemente.

Referencias

- [1] Montoro, C. (2006). El padecimiento ante la enfermedad. Un enfoque desde la teoría de la representación social. *Scielo Analytics, Index Enferm*, Vol. 15 N° 55.
- [2] Morra, B. (2012). *Prevalencia de cervicalgia en estudiantes de Ingeniería en Sistemas*. Universidad Abierta Interamericana, Rosario, Santa Fe.
- [3] Gipson, I. y Turner, V. ¿Son las mujeres más propensas que los hombres a manifestar disfunciones visuales y ceguera? *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*. Vol. 80, N° 6 jun 2005. pp. 325-326.
- [4] Cebrían, R., Fernández, T., Lozano, T. (2016) *Estudio epidemiológico sobre cefaleas en población universitaria*. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de: <https://doi.org/10.21500/19002386.2785>
- [5] Hospital de Pediatría Garrahan. (2009) *Archivos Argentinos de Pediatría*. Recuperado de: <https://www.garrahan.gov.ar/tablas-de-crecimiento/crecimiento-y-desarrollo/crecimiento-y-desarrollo>
- [6] Icart Isern, M., Pulpón, A., Icart Isern, M. C. (2006). Trastornos menores de salud en una muestra de estudiantes de la Universidad de Barcelona. *Educación Médica*. 9 (3) 138-143.
- [7] Combes, J., Sarubbi, E. (2014). *Estrés y cefaleas vasculares en estudiantes universitarios*. Universidad Nacional de Tucumán. Recuperado de: <https://www.academica.or/000-035/369>
- [8] Romero, D. Calidad de vida y dolor de cuello en estudiantes en Ciencias en la Salud. *Revista de Salud Pública*, Vol. XIX Recuperado de: <http://www.saludpublica.fcm.unc.edu.ar/sites/default/files/RS>

Contribución sobre diseño topológico de una carcasa para generador eólico de eje vertical

Contribution on the topological design of a casing for a vertical axis wind generator.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Héctor O. Mina

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco - Grupo Diseño, gestión y desarrollo de nuevos productos - DGDNP

hector.omar.mina@gmail.com

Walter R. Tonini

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco - Grupo Diseño, gestión y desarrollo de nuevos productos - DGDNP

wtonini@sanfrancisco.utn.edu.ar

Alejandro H. A. Bailo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco - Grupo Diseño, gestión y desarrollo de nuevos productos - DGDNP

alejandrosoliddesign.com.ar

Emanuel A. Giordano

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco - Grupo Diseño, gestión y desarrollo de nuevos productos - DGDNP

ema_giordano@hotmail.com.ar

Resumen

La aplicación de simulaciones computacionales basadas en optimización topológica (OT) no paramétrica de los cuerpos o piezas, como reducción de peso o deformaciones, es un método numérico que ha captado el interés de ingenieros y científicos en los últimos años, pues permite la síntesis de estructuras o cuerpos con valores óptimos de uno o varios de sus parámetros físicos. En este trabajo se presenta una implementación de la técnica de OT aplicada al diseño de una carcasa de un generador eólico de eje vertical tipo Savonius para definir la forma geométrica en un escenario de cargas estáticas que varían su dirección durante las iteraciones del cálculo.

Palabras clave: diseño mecánico, optimización topológica, reducción de peso, simulación

Abstract

The application of computational simulations based on non-parametric topological optimization (OT) of bodies or pieces, such as weight reduction or deformations, is a numerical method that has captured the interest of engineers and scientists in recent years, since it allows the synthesis of structures or bodies with optimum values of one or more of their physical parameters. This paper presents an implementation of the OT technique applied to the design of a Savonius type vertical axis wind generator casing to define the geometric shape in a scenario of static loads that vary their direction during the iterations of the calculation.

Keywords: mechanical design, topological optimization, weight reduction

Introducción

La optimización de topología es una forma de optimización estructural de piezas que ha tomado auge los últimos años gracias a la fabricación aditiva. Se utiliza en la fase inicial del diseño para predecir la distribución óptima del material dentro de un determinado espacio. El método matemático lo propusieron (Kikuchi et al., 1988:401-417) y (Bendsoe et ál., 2003) lo denominó Material Isotrópico Sólido con Penalización (SIMP – Solid Isotropic Material with Penalty), el mismo predice una distribución óptima del material dentro de un espacio de diseño determinado, para casos de carga determinados, condiciones de contorno, restricciones de fabricación y requisitos de rendimiento. Según (Bendsoe, 1998: 197-224): "la optimización de la forma en su configuración más general debe consistir en una determinación para cada punto del espacio, independientemente de que haya material en ese punto o no". Se aplica OT a una carcasa de un generador eólico de eje vertical tipo Savonius para definir la forma geométrica en un escenario de cargas estáticas que varían su dirección durante las iteraciones del cálculo; con el objetivo de obtener una geometría CAD óptima, evaluando el comportamiento de la OT en piezas delgadas.

Desarrollo

En esta sección, se explica el proceso paso a paso para optimizar la carcasa del generador, con el fin de que sea útil para su replicación en otras piezas (Nishiwaki et al., 1998:535 -559).

1. En la ventana de Percepción de diseño, elegimos Estudio de topología (Fig. 1).

En este ejemplo, configuraremos un estudio de topología con el objetivo de encontrar la mayor rigidez por unidad de peso de una carcasa de un generador eólico de eje vertical.

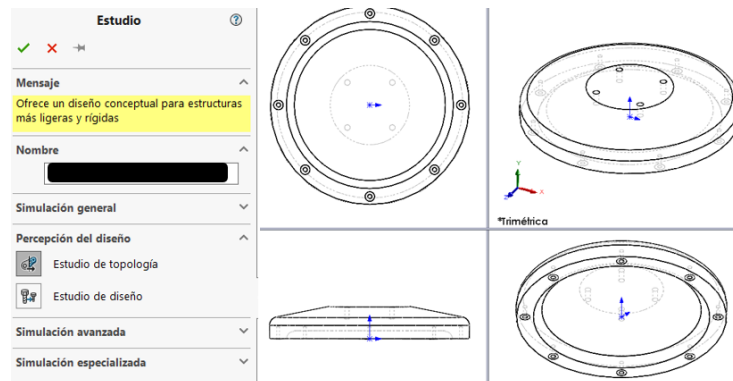


Figura 1. Estudio de Topología de la Carcasa.

2. Seleccionamos las Propiedades del Estudio: Topología.

La simulación topológica es similar a la simulación estática en cuanto a su definición de las variables generales y condiciones de contorno. Se agrega dos nuevas entradas: los objetivos y restricciones, y los controles de fabricación. El objetivo del estudio de topología puede ser minimizar la masa o el desplazamiento de la pieza o bien maximizar su rigidez (mejor relación rigidez-peso), siendo buena costumbre comenzar con esta última. En cualquiera de los 3 casos posibles, siempre se busca minimizar la masa (Cazacu y Grama, 2014).

Por último, se pueden agregar opcionalmente los *controles de fabricación*. Los mismos son regiones protegidas, de modo que se podrá excluir áreas del modelo del proceso de topología y del control de espesor, y establecer el grosor mínimo de los componentes además de la simetría del modelo y la definición de la dirección de desmoldeo para piezas en fundición. Para la Configuración de región conservada (bloqueada), debemos seleccionar Regiones con

cargas y sujeciones (Fig. 2). Esto nos sirve para que todas las regiones donde hemos definido cargas y sujeciones se conserven de forma predeterminada, es decir, no se hará optimización de estas caras conservadas.

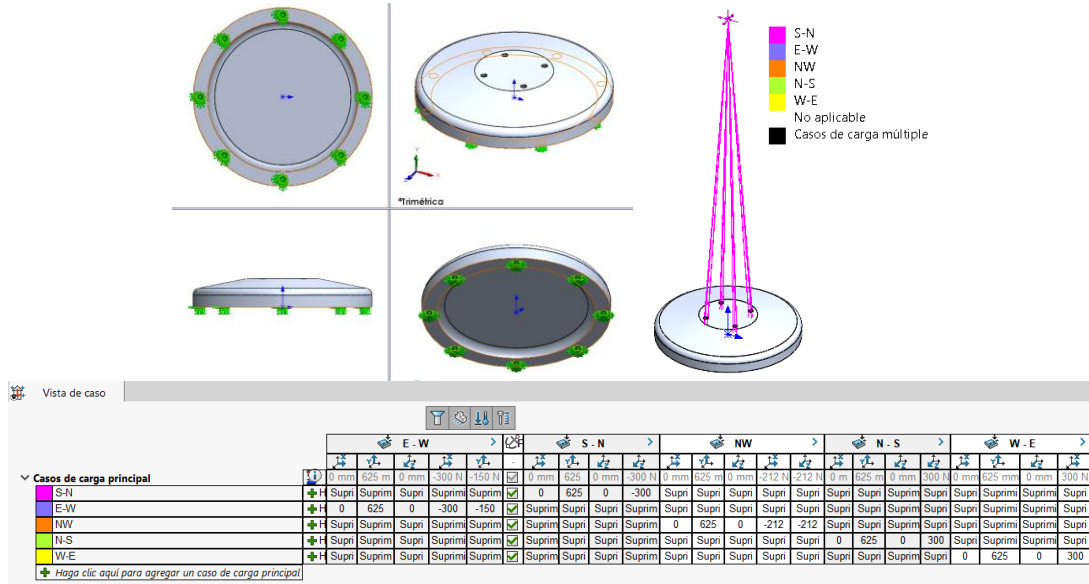


Figura 2. Sujeciones (der.) y Cargas múltiples (Izq.).

3. Definimos el material (Material: Aluminio 1060), las sujeciones y las cargas externas.

En el gestor de estudio de topología, en Objetivos y restricciones, elegimos la opción de mayor rigidez al cociente de peso (Fig. 3). Se colocan cargas múltiples representativas de cada dirección de viento predominante en la región.

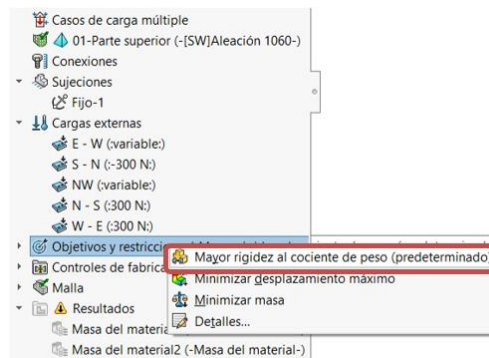


Figura 3. Objetivos y restricciones – mayor rigidez por unidad de peso

Disponemos de 3 objetivos, los cuales son:

- **Mayor rigidez al cociente de peso (predeterminado):** Cuando se selecciona Mayor rigidez al cociente de peso, el algoritmo trata de minimizar el cumplimiento global del modelo, que es una medida de la flexibilidad general (recíproco de la rigidez). El cumplimiento se define por la suma de energía de todos los elementos.
- **Minimizar desplazamiento máximo:** La optimización proporciona el diseño más rígido que pesa menos que el diseño inicial y minimiza el desplazamiento máximo observado.
- **Minimizar masa con restricciones de desplazamiento:** El algoritmo busca reducir la masa de un componente mientras se restringe el desplazamiento.

4. En la ventana de Objetivos y Restricciones, vamos a reducir el porcentaje de masa (Fig. 4).

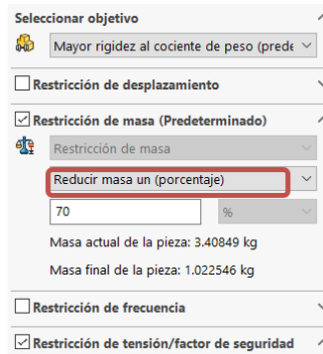


Figura 4. Reducción del porcentaje de masa.

En la primera restricción, para Reducir masa un (porcentaje), definimos 50 (%) como Valor de restricción. Las restricciones limitan las soluciones de espacio de diseño, disponemos de 4 tipos de restricciones, a saber:

- **Restricción de masa:** El algoritmo de optimización intentará alcanzar la reducción de masa objetiva para la forma final mediante un proceso iterativo.
- **Restricción de desplazamiento:** Establece el límite superior para el componente de desplazamiento seleccionado.
- **Restricción de frecuencia** restringe frecuencias o rangos de frecuencias naturales.
- **Restricción de tensión/factor de seguridad** limita la tensión o un valor de seguridad.

5. En el gestor de estudio de topología, elegimos **Controles de fabricación y agregamos región conservada (Fig. 5).**

En Región conservada agregamos todas aquellas caras que necesitamos conservar (la ventana ofrece la posibilidad de dar un valor de profundidad a esa región conservada).

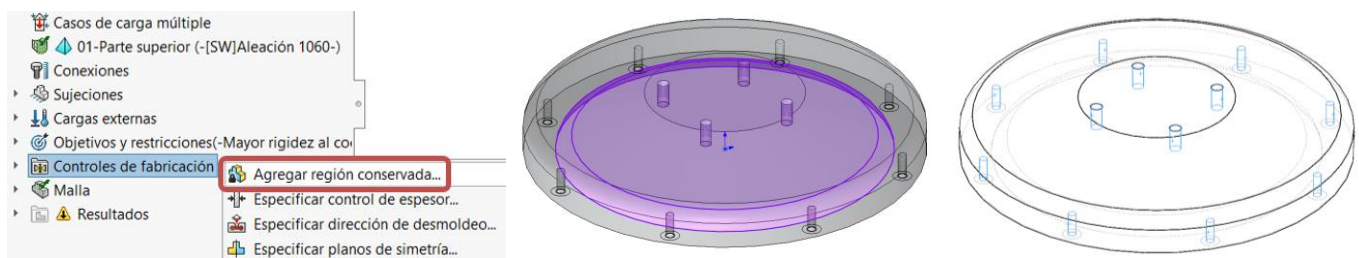


Figura 5. Cuadro de diálogo región conservada.

6. **Malla el modelo y su configuración (Fig. 6).**



Tipo de malla: Malla sólida - Mallador utilizado: Malla estándar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad: 16 puntos
Tamaño de elemento: 2 mm - Tolerancia: 0,1 mm
Número total de nodos: 157536
Número total de elementos: 858026
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3 : 99,4

Figura 6. Malla del modelo y su detalle.

7. **Ejecutamos este estudio (Fig. 7).**

El algoritmo de optimización intentará alcanzar la convergencia. Podemos consultar en tiempo real o finalizadas las iteraciones la convergencia tanto del Objetivo como de la Restricción (Pedersen and Allinger, 2006: 147-156).

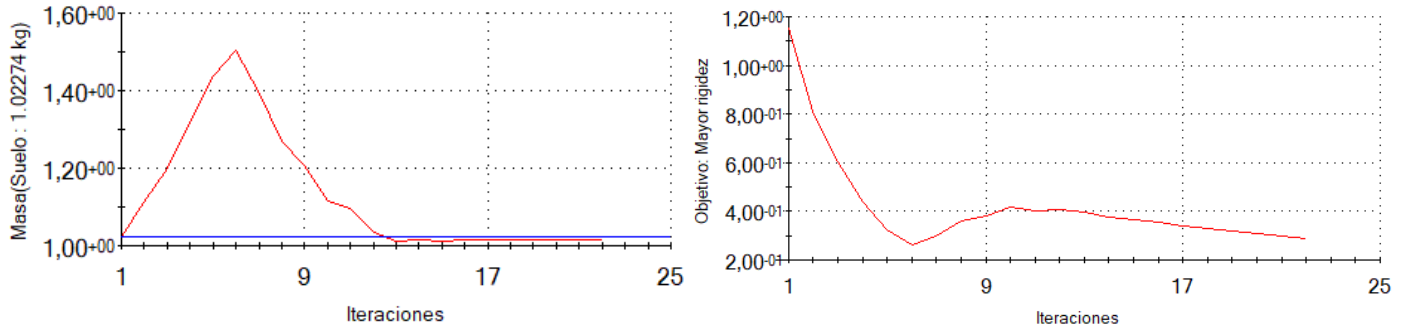


Figura 7. Convergencia de rigidez y de masa.

8. Visualización de los resultados (Fig. 8)

En Resultados, el plot *Masa del material* nos muestra isovalores de las densidades de masas relativas de los elementos. Se puede controlar con un deslizador los valores de todos los elementos con densidades de masa relativas. Es posible desplazar el control deslizable del isovalor hacia la derecha para eliminar un poco más la masa de la forma optimizada.

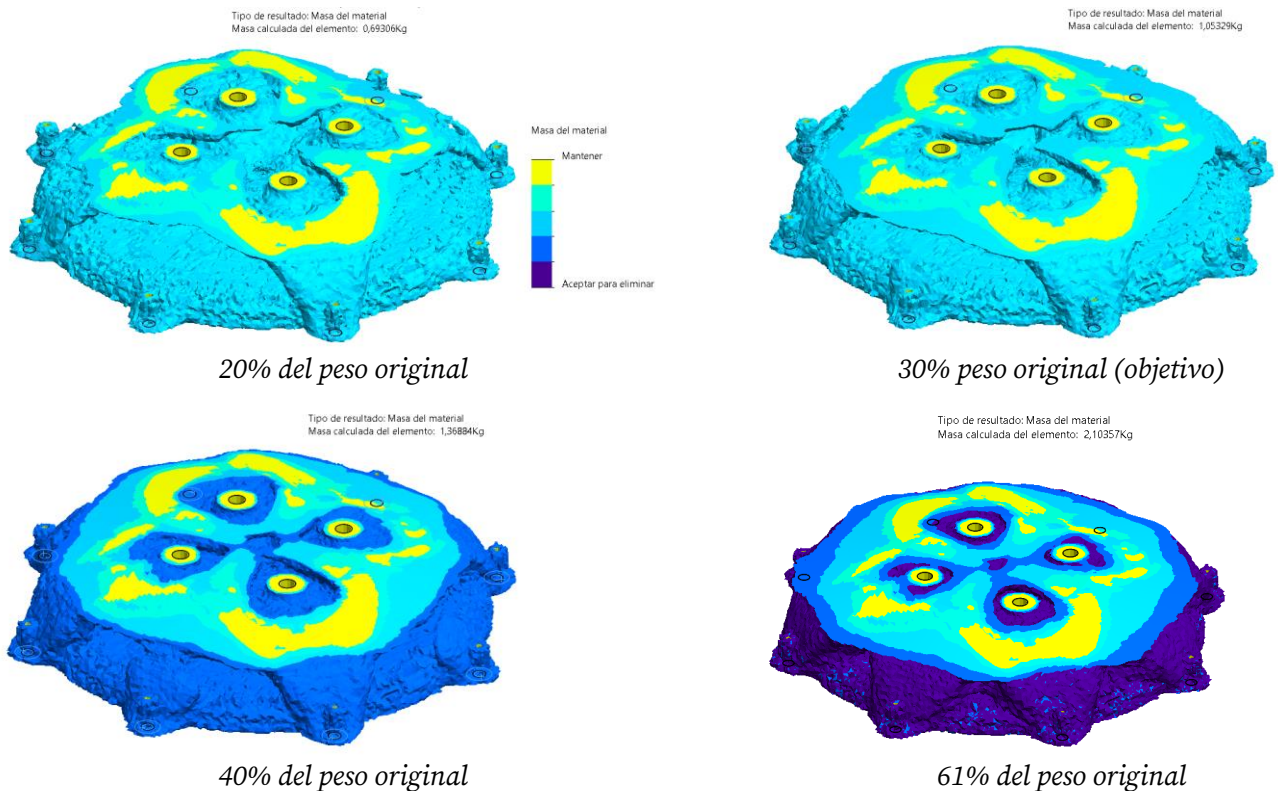


Figura 8. Visualización de distintos isovalores de densidad de masa

9. Cálculo de la malla suavizada (Fig. 9)

El programa crea superficies lisas de la forma optimizada, suaviza al máximo y asigna un color único. Se puede exportar los datos de malla suavizada de la forma optimizada como nueva geometría.

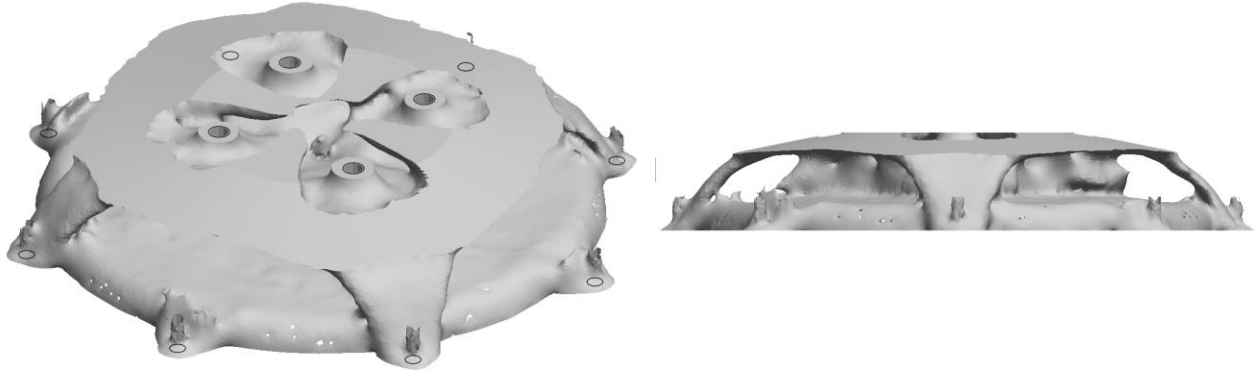


Figura 9. Cálculo de la malla suavizada – resultado.

Conclusiones

Las topologías obtenidas llevan, después de un proceso de interpretación, a piezas mecánicas más livianas, manteniendo una resistencia mecánica comparable, según el análisis estático. Se logró reducir un 70% el peso de la pieza conservando la forma resultante para fabricación aditiva. Como trabajo a futuro se planea rediseñar la misma para adaptarla a procesos de fabricación convencionales. En este aspecto, el estudio topológico realizado nos da las pautas iniciales ya que sugiere que se pueden eliminar algunos agujeros de la brida inferior y generar nervios de unión entre los restantes y los agujeros superiores. Este trabajo es un primer paso para el diseño y posterior prototipo de un generador eólico de eje vertical para vientos de baja velocidad (mayores a 1,5 m/s) predominante en la región.

Referencias

- Bendsoe, MP., Kikuchi N., Generating optimal topologies in structural design using a homogenization method, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 71, no. 2, pp. 197-224, 1988.
- Bendsoe et al. (2003). *Topology Optimization: Theory, Methods and Applications*. Berlín: Springer Verlag.
- Cazacu, R. and Grama L., Overview of Structural Topology Optimization Methods for Plane and Solid Structures, *Annals of the University of Oradea*, Issue No.3, December 2014.
- Kikuchi et al. (1998). Design optimization method for compliant mechanisms microstructure. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 151, 401-417.
- Nishiwaki, S., Frecker, M. I., Min, S. & Kikuchi, N. (1998). Topology optimization of compliant mechanisms using the homogenization method. *Int. J. Numer. Meth. Engng.* 42, 535 -559
- Pedersen, C.B.W. and Allinger, P., Industrial implementation and applications of topology optimization and future needs, *IUTUAM Symposium on Topological Design Optimization of Structures, Machines, and Materials: Status and Perspectives* (eds. M.P. Bendsøe, N. Olhoff and O. Sigmund), Springer, pp. 147-156, 2006.

Curvas de motores trifásicos de inducción de dos polos

Two-pole three-phase induction motor curves

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Omar D. Gallo

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco
odgallo@gmail.com

Diego M. Ferreyra

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo es una fracción de una investigación que incluye valores de funcionamiento y curvas de motores de inducción de varias potencias y polaridades de un mismo fabricante.

Consiste en mostrar y analizar brevemente las curvas características de algunos motores de dos polos obtenidas mediante la resolución, por software, de un modelo del circuito equivalente tradicional cuyos parámetros son variables linealmente con la velocidad.

Las curvas corresponden a impedancias, corrientes y sus ángulos, momentos y pérdidas, para todas las velocidades, desde el arranque hasta vacío y para los tamaños constructivos IEC 71 y 315. Se observan y comparan sus formatos y se obtienen conclusiones al respecto.

Palabras clave: Motores de inducción, Circuito equivalente, Curvas de motores eléctricos

Abstract

This work derives from part of an ongoing research including operating values and curves for induction motors of different powers and pole numbers produced by a given manufacturer. It consists of showing and briefly analyzing the characteristic curves for some two-pole motors obtained by solving, by means of a software, the model for the traditional equivalent circuit, its parameters being linearly variable with the speed. Said curves refer to the impedances, currents and their angles, torques and losses, for all the speeds from standstill to no-load operation and for IEC sizes 71 and 315. The curve shapes are compared, and conclusions are then obtained regarding them.

Keywords: Induction motors, Equivalent circuit, Electric motor curves

Introducción

Este trabajo es una fracción de una investigación que se está realizando, mediante la aplicación de un software, para motores de 380 V, 50 Hz desde el tamaño IEC de 71 mm hasta 315 mm de altura de eje y cuyos fundamentos ya han sido publicados (Gallo, Ferreyra, 2021).

Como en tal investigación se refiere, el circuito equivalente convencional de un motor asincrónico trifásico (Fig. 1) es una excelente herramienta, que simplifica y modeliza los fenómenos electromagnéticos y se usa para obtener los valores de funcionamiento de la máquina (Fraile Mora, 2008: 259-334; Chapman, 2005: 380-431; Liwschitz-Garik y Whipple, 1974: 177-209).

Referencias de la figura 1 (valores por fase)

V_f : tensión aplicada, V

I_f : corriente de la rama primaria, A

$R1, jX1$: resistencia y reactancia del primario, W
 I_{mf} : corriente de la rama derivada, A
 I_{2f} : corriente de la rama secundaria; A
 E_c : tensión de salida (sobre la carga), V
 Los parámetros de la rama secundaria son los de un rotor trifásico, reducidos al estator

E_f : caída de tensión en la rama derivada, V
 R_m, jX_m : resistencia y reactancia de la rama derivada, W
 $R2, jX2$: resistencia y reactancia del secundario, W
 R_c : resistencia de carga, W

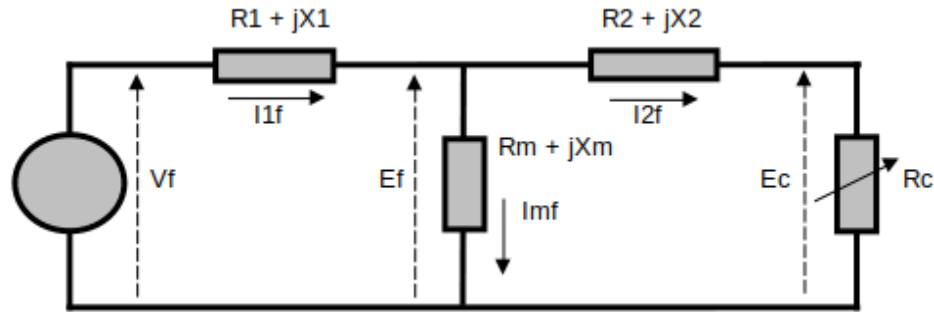


Fig. 1. Circuito equivalente convencional de un motor trifásico de inducción

A fines de lograr estos resultados, deben ingresarse los datos nominales del motor y los obtenidos de los ensayos a un software en Python (Python S.F., 2021; González Duque, 2019), el cual, a partir de resistencias y reactancias variables, devuelve finalmente las curvas de variación de todos los parámetros del circuito entre las velocidades de arranque y la de vacío.

Tales curvas son de gran importancia para ser tomadas como referencias en el diseño inicial de motores, el ajuste dimensional de prototipos e incluso para adelantar resultados aproximados de los ensayos (Juha Pyrhönen et al., 2008; Corrales Martín I y II, 1976).

El objetivo básico de este trabajo es mostrar, analizar y comparar brevemente una muestra de diversas curvas de motores de 380 V, 50 Hz y 2 polos, obtenidas por software, entre el menor y el mayor tamaño y elaborar algunas conclusiones al respecto.

Existen innumerables trabajos publicados referidos a este tema (Sale et al., 2018; Wengerkiewicz, 2017) y también gran cantidad de software libre que lo aborda desde diferentes ópticas (PyPI, 2022, Jabbar, Yeo, 2000); lo que aquí se pretende es aportar otras alternativas útiles para el estudio y desarrollo de máquinas de inducción.

Desarrollo

Una vez logrado el buen desempeño del software y su confiabilidad de respuesta, el trabajo de desarrollo consistió en el archivado de los datos logrados y la interpretación y análisis de las curvas.

El buen desempeño y la confiabilidad del software fueron comprobados mediante repetición de pruebas con distintas polaridades y tamaños, usando diferentes coeficientes de pérdidas y leyes de variación de impedancias. La gran cantidad de datos arrojados exigió un minucioso esfuerzo para determinar y corregir los errores y mejorar la devolución.

La interpretación y análisis de curvas consistió primeramente en un examen visual de ellas, una verificación de su formato, acorde a los estudios bibliográficos existentes, su continuidad y su concordancia con los datos numéricos logrados. Posteriormente se efectuó una identificación de máximos y mínimos, en función de la velocidad y algunas comparaciones entre motores de distintos tamaños.

Los datos usados corresponden a motores industriales, de eficiencia equivalente a $IE1$ actual (Norma IEC, 2014; norma IRAM, 2022) y de una marca (aquí designada “AAA”) que estuvo presente en el mercado nacional durante muchos años. Los tamaños constructivos estudiados son, en mm de altura de eje: 71, 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280 y 315 de los que solo se expondrán en este trabajo, por razones de espacio físico, los tamaños 71 y 315, que se consideran admisibles por poseer distintos diseños mecánicos y eléctricos y abarcar todo el rango de potencias estudiadas.

Resultados

Debe aclararse especialmente que estas curvas son el resultado de aplicar diversas hipótesis simplificadoras en la resolución del circuito equivalente, por lo que se aceptan solo como referenciales; no necesariamente coinciden con las curvas de los motores obtenidas a partir de ensayos físicos.

La Fig. 2 muestra, para los tamaños mencionados, las resistencias por fase de las tres ramas del circuito de la Fig.1, en función de la velocidad. Los valores de la resistencia $R1$ del primario y la R_m de la rama derivada, dados a 25 °C, se

estiman constantes para cada motor y en todas sus velocidades. La resistencia $R2$ del secundario, tiene una suave pendiente, resultante de la pequeña diferencia entre entre sus valores de arranque y nominal.

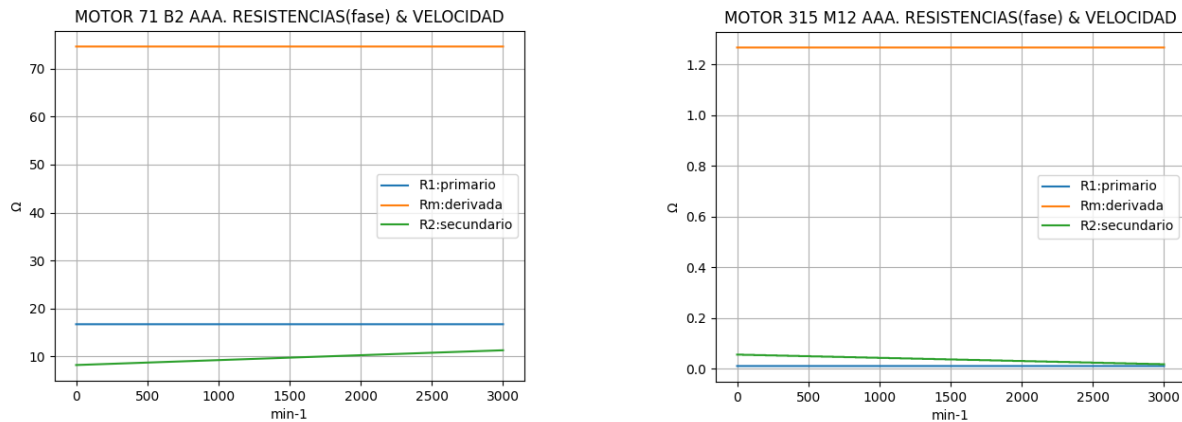


Fig. 2. Curvas de resistencias

La Fig. 3 muestra las reactancias e impedancia total del circuito en función de la velocidad, que este modelo se suponen también de variación lineal entre el arranque y vacío. La impedancia Zt total del circuito presenta un formato algo distinto en el tamaño 71, debido a las diferencias más pronunciadas entre $X1$ y $X2$. La reactancia Xm derivada siempre crece con valores muy mayores a las otras.

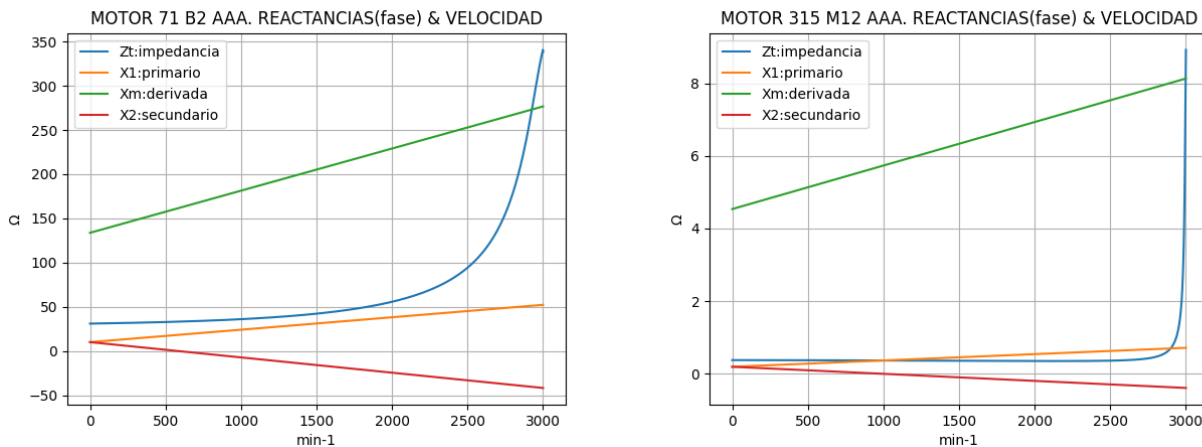


Fig. 3. Curvas de reactancias e impedancia total

En la Fig. 4 se muestran las curvas de momentos y corrientes en función de la velocidad, que son las más utilizadas para el diseño del motor y sus aplicaciones industriales. Se observan las diferencias en las formas de los momentos en el eje M_{ej} y de sus valores relativos de mínimos y máximos, producidos seguramente por configuraciones distintas de las barras del rotor. La corriente $I2f$ del secundario en los dos casos comienza siendo menor que la del estator $I1f$ y luego la supera ligeramente; esto es producto de las hipótesis aplicadas en el circuito. La corriente de la rama derivada I_{mf} , siempre más reducida que las otras, presenta una escasa variación.

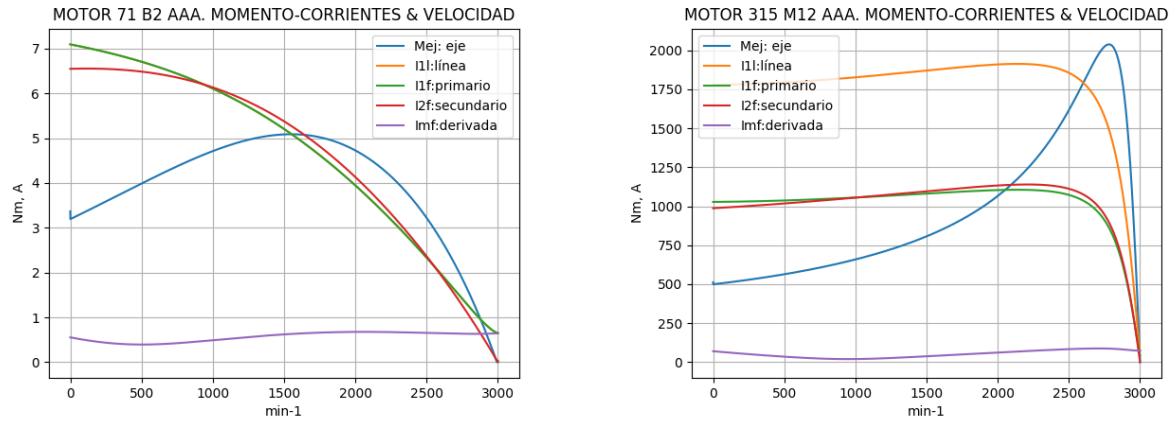


Fig. 4. Curvas de momentos y corrientes

En la Fig. 5 se observan los ángulos entre las corrientes de las ramas del circuito y la tensión de alimentación. En ambos casos, el ángulo de la corriente primaria $I1f$ acusa un valor negativo con un mínimo pronunciado; el de la $I2f$ secundaria es de pendiente más regular, mientras que el de la Imf de la rama derivada presenta valles muy notables, lo que es propio de este modelo, relacionado con la variación de reactancias de las tres ramas del circuito, y el valor de $I2f$ que supera a $I1f$ en la misma zona.

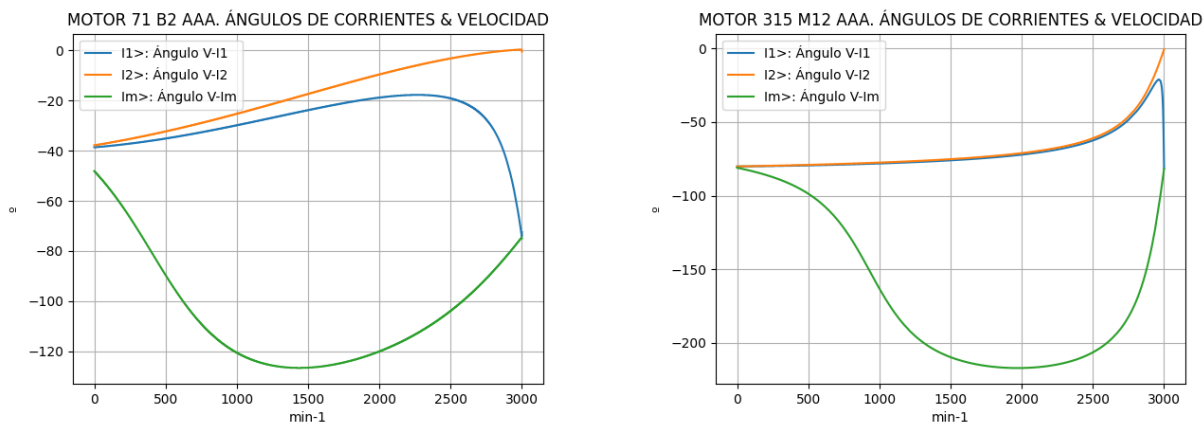


Fig. 5. Curvas de ángulos entre corrientes y tensión

La Fig. 6 muestra las curvas de potencia de entrada, en el eje y las pérdidas en el arrollamiento de los motores en función de la velocidad. La potencia de entrada $P1t$ presenta cambios de pendiente más pronunciados en el 315, al igual que la potencia en el eje Pej . Las pérdidas en el arrollamiento descienden con pendientes poco variables.

En la Fig. 7 se ven las pérdidas en función de la velocidad, que se muestran en general muy diferentes en ambos tamaños. Las pérdidas adicionales Pad responden a la curva de potencia de salida, ya que son un porcentaje particular, estipulado por normas, de ella; las mecánicas Pme , relacionadas con los rodamientos, la velocidad, el tamaño y forma del ventilador, ascienden con pendiente suave y las pérdidas en el hierro Pfe , que se relacionan con el estado de magnetización de la chapa, acusan depresiones y picos pronunciados. Todas estas pérdidas están íntimamente ligadas al diseño del motor.

Limitaciones de espacio impiden agregar las curvas de caídas de tensión en la rama derivada y a la salida del circuito, junto a sus ángulos y la curva de eficiencia.

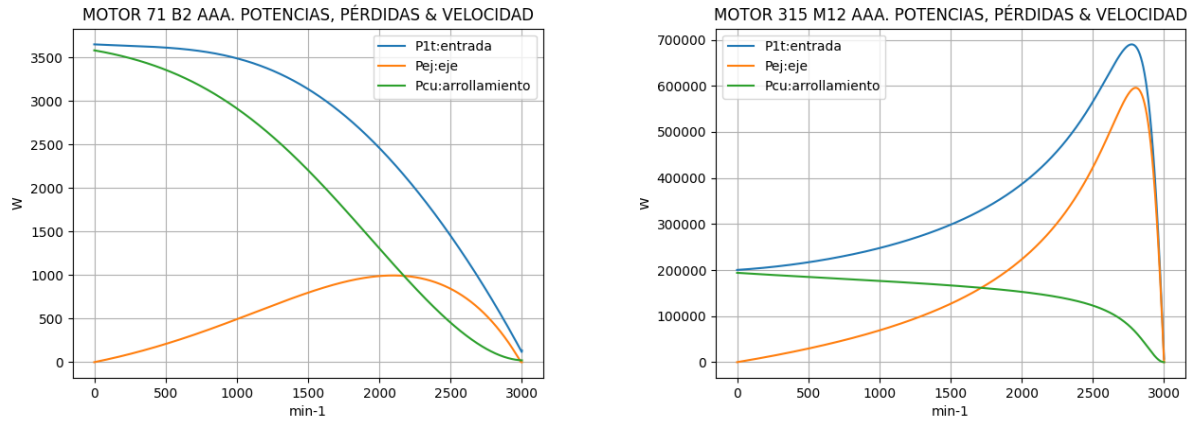


Fig. 6. Curvas de potencias y pérdidas en el arrollamiento

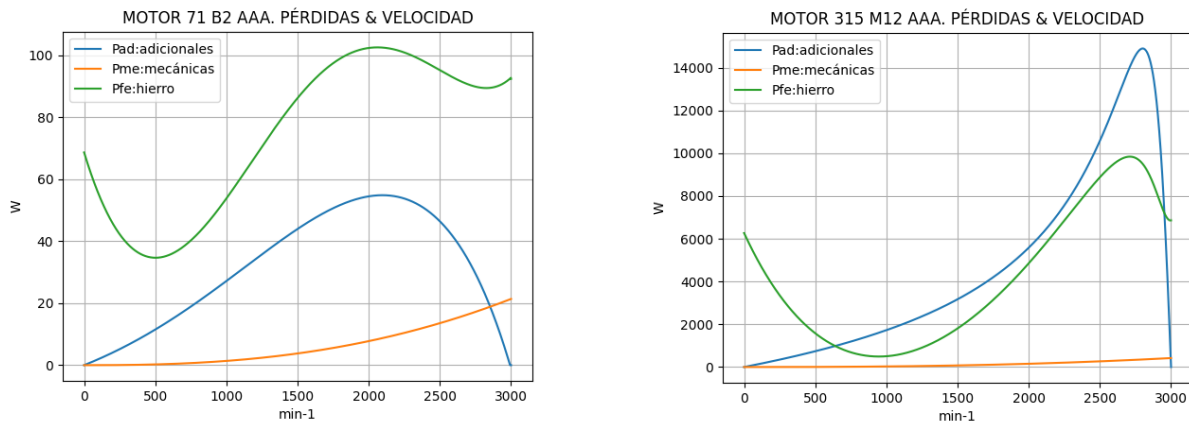


Fig. 7. Curvas de otras pérdidas

Conclusiones

Este material es una parte resumida de una investigación que se extiende a motores de 4, 6 y 8 polos, además de motores de 2 velocidades, del mismo fabricante. Los resultados obtenidos con las otras polaridades pueden ser expuestos de la misma manera que aquí. Por esta razón, es permisible:

- Admitir que el circuito equivalente tradicional del motor con parámetros de variación lineal puede ser usado con aceptable certeza para calcular los valores de funcionamiento del motor eléctrico de inducción, sobre todo en los estados de carga normalizados, donde se comprueban reducidas diferencias con los valores de ensayos.
- Comprobar que el uso de un software acondicionado resulta una herramienta adecuada para resolver tal circuito equivalente en todos los estados de velocidad del motor, por su velocidad y confiabilidad de respuesta.
- Proponer que los valores numéricos y curvas obtenidas de esta resolución constituyan referencias racionales en el momento de diseñar una máquina de esta naturaleza, porque dichas curvas se obtuvieron de motores con comprobada calidad de servicio.

A futuro, aún queda continuar con el desarrollo del software para intentar que devuelva valores intermedios de la curva aún más cercanos a los obtenidos de los ensayos y ofrezca otras posibilidades al cálculo de prototipos.

Bibliografía

Chapman, S. (2005). "Máquinas Eléctricas". México: Mc Graw Hill, 401-430.

Corrales Martín, J. (1976). "Cálculo industrial de máquinas eléctricas". Tomo I . Barcelona: Marcombo B.E.: 236-276.

Corrales Martín, J. (1976). "Cálculo industrial de máquinas eléctricas". Tomo II. Barcelona: Marcombo B.E.: 380-430.

Fraile Mora, J. (2008). "Máquinas Eléctricas". Madrid: Mc Graw Hill, 259-334.

Gallo, O; Ferreyra, D. (2021). "Obtención de curvas de motores de inducción usando un circuito equivalente de parámetros variables". Repositorio Institucional de la UTN. Disponible en: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/6170>

González Duque, R. (2019). "Python para todos". Disponible en: <http://mundogeek.net/tutorial-python/>

Jabbar, M.A.; Yeo, S.W. (2000). "A new architecture of design software for electric motors". IEEE Xplore Digital Library. Disponible en: <http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/https://ieeexplore.ieee.org/document/849730>

Juha Pyrhönen, J. et al. , (2008). "Design of Rotating Electrical Machines". UK: John Wiley & Sons, Ltd. : 225-280.

Liwschitz-Garik, M; Whipple, C. (1974). "Máquinas de corriente alterna". México: Editorial CECSA: 177-209.

Norma IEC 60034-2-1. (2014). Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles). Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0053468>
Python Software Foundation

Norma IRAM 62405. (2022) Etiquetado de eficiencia energética para motores de inducción trifásicos. Disponible en: <https://www.iram.org.ar/busqueda-avanzada-de-normas-iram/>

Python Software Foundation. (2021). "Documentation". Disponible en: <https://www.python.org/>

The Python Package Index. (2022). "Induction Motors". Disponible en: <https://pypi.org/search/?q=Induction+Motors>

Sale A, A. et al. (2018). "Optimization of Induction Motor Equivalent Circuit Parameter Estimation Based on Manufacturer's Data". Energies, 2018, 11, 7, 1. Disponible en: <http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/https://ideas.repec.org/a/gam/jeners/v11y2018i7p1792-d156869.html>

Wengerkievicz C. et al. (2017). "Estimation of Three-Phase Induction Motor Equivalent Circuit Parameters from Manufacturer Catalog Data". Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications. March 2017 16(1): 90-107. Disponible en: http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-10742017000100090&lng=en&tlng=en

Desarrollo integral del plan de expansión de una red de distribución. Propuesta de indicadores técnicos y económicos para su evaluación

Integral Development of the Expansion Plan for a Distribution Network. Proposal of Technical and Economic Indicators for its Evaluation

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Francisco Espíndola

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
rac_espindola@hotmail.com

Ulises Manassero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
umanassero@frsf.utn.edu.ar

Carlos, I. Sanseverinatti

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
CONICET, Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC)
cisanseverinatti@frsf.utn.edu.ar

Rodrigo Furlani

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
mfurlani@frsf.utn.edu.ar

Pablo Gaspoz

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
pgaspoz@gmail.com

Resumen

En la actualidad, las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben ser altamente competitivas y eficientes. Para lograr este propósito, uno de los principales objetivos es reducir las pérdidas de energía y la demanda no abastecida. En este trabajo se propone una metodología para elaborar el plan de expansión y reconfiguración de una red de distribución. El objetivo consiste en determinar la nueva topología de la red que asegure mayor eficiencia y confiabilidad operativa en la misma. Para lograrlo, se realiza el estudio y simulación de técnicas de expansión y reconfiguración de red focalizadas en minimizar pérdidas de energía y demanda no abastecida, y en mantener condiciones de operación admisibles tanto en situaciones de red normal como ante eventuales contingencias. Los

resultados indican que la reconfiguración propuesta de la red alcanza condiciones operativas admisibles en todos los escenarios de demanda.

Palabras clave: red de distribución, reconfiguración, pérdidas eléctricas.

Abstract

Currently, electricity distribution companies must be highly competitive and efficient. To achieve this purpose, one of the main objectives is to reduce energy losses and unsupplied demand. In this work, a methodology is proposed to elaborate the plan of expansion and reconfiguration of a distribution network. The objective is to determine the new topology of the network that ensures greater efficiency and operational reliability in the grid. To achieve this, the study and simulation of network expansion and reconfiguration techniques focused on minimizing energy losses and unsupplied demand and on maintaining admissible operating conditions in normal network situations as well as in the event of eventual contingencies are carried out. The results indicate that the proposed reconfiguration of the network reaches admissible operating conditions in all demand scenarios.

Keywords: distribution network, reconfiguration, electrical losses

Introducción

Las redes de distribución constituyen una parte fundamental de los sistemas eléctricos de potencia por su función de suministrar energía a los usuarios en su lugar de consumo (Lin et al, 2016: 10–13). Los sistemas de distribución deben ser de alta confiabilidad con el fin de proporcionar un flujo ininterrumpido de energía con estándares de calidad a todos los usuarios dentro de sus áreas de servicio (Fletcher, 2015: 20-25).

Es por estas razones que la planificación a mediano y largo plazo de las redes de distribución se convierte en una estrategia esencial para asegurar que el crecimiento futuro de la demanda de energía eléctrica pueda ser satisfecho mediante instalaciones y equipos técnicamente adecuados, con costos razonables y en el momento apropiado (Hable, 2009: 1-8). Los aspectos involucrados en la planificación incluyen la proyección de la demanda, la expansión de las subestaciones (junto con su potencia nominal y su localización), y la determinación de la traza y características constructivas de distribuidores y alimentadores.

En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en elaborar una metodología para llevar a cabo la planificación integral de una red de distribución con topología mayormente rural y una densidad de demanda media (0,1 a 0,2 MVA/km²). Como sistema de estudio se adopta la red de 33 y 13,2 kV que abastece varias localidades urbanas y rurales del centro-este de la provincia de Santa Fe.

Desarrollo

Descripción de la red en estudio

El sistema en estudio corresponde a la red de distribución en media tensión que abastece los distritos de Gobernador Crespo, Colonia Dolores, La Penca y Caraguatá, La Criolla y Colonia Silva, pertenecientes al departamento San Justo de la Provincia de Santa Fe (ver Figura 1). Esta red es abastecida desde la estación transformadora (ET) de 132/33/13,2 kV Crespo, equipada con un transformador de 15/15/10 MVA. Dicha ET no dispone de playa ni campos de salida en 13,2 kV, mientras que en el nivel de 33 kV posee un esquema de simple barra con una única salida hacia la estación de rebaje (ER) 33/13,2 kV Crespo.

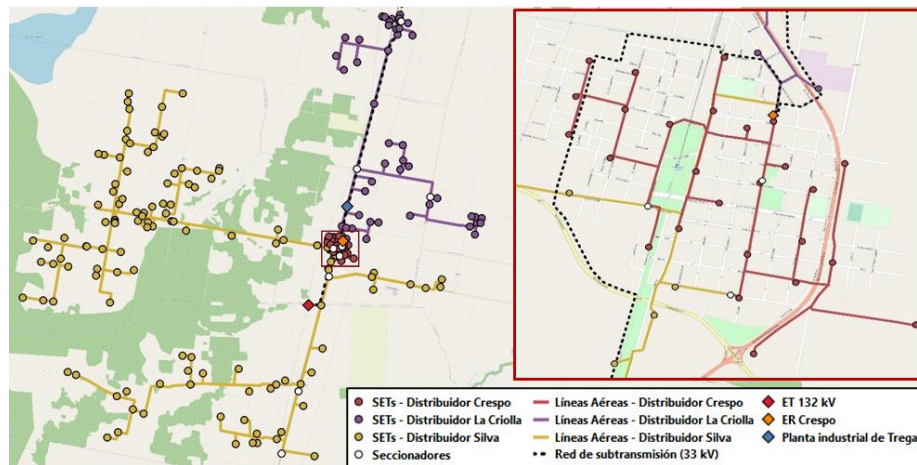


Figura 1: Diagrama georreferenciado de la red de 13,2 kV. Año 2021

La ER Crespo posee dos transformadores de 5 MVA en paralelo y en el nivel de 13,2 kV presenta un esquema de simple barra con tres distribuidores de salida, cada una con un juego de seccionador y reconectador; denominados “Crespo” (de 8,1 km de líneas aéreas y 5.722 subestaciones transformadoras (SETs), “La Criolla” (de 54.5 km de línea alimentando 3.055 SETs) y “Silva” (de casi 150 km de longitud abasteciendo 2.460 SETs).

Metodología, criterios y consideraciones técnicas aplicadas en el estudio

La metodología aplicada para el desarrollo del plan de expansión de la red de estudio se representa en la Figura 2.

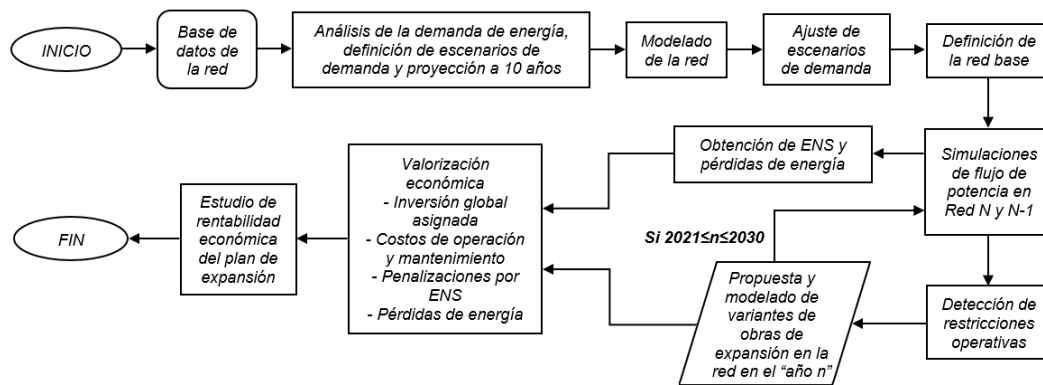


Figura 2: Diagrama de flujo de la metodología propuesta para la definición y evaluación de obras de expansión

La planificación de obras de expansión debe contemplar aspectos técnicos de relevancia en relación a la prestación de servicio. En este sentido, para el estudio del plan de expansión de la red, se adoptaron los siguientes supuestos:

- Período de abastecimiento proyectado de la red de 10 años, con tasa de crecimiento interanual estimada de la demanda de 4,66% (obtenida del registro de datos históricos de potencia máxima promedio horaria operada por ET Crespo).
- Cargabilidad de distribuidores: no mayor al 66% en operación normal (Red N) para 100% de demanda máxima, y no mayor al 100% en condiciones de contingencia simple (Red N-1) para el 85% de la demanda máxima (considerando cargas propias más transferidas).
- Nivel de tensión en nodos de suministro: dentro del rango de 92% y 108% de la tensión nominal de red (ENRE, 1996), (ENRE, 2003).
- Factor de potencia de demandas: 0,85 inductivo.

- Cargabilidad admisible de transformadores correspondiente a su capacidad nominal, con reguladores bajo carga configurados para establecer tensión en barras de media tensión de 105% de la nominal.

Resultados

Restricciones operativas de la red

A continuación, se listan las restricciones operativas detectadas en lo referido a cada período:

Red Base (Año 2021):

- Red N: sobrecarga del 12% en el distribuidor Crespo y subtensiones en los distribuidores La Criolla y Silva, respectivamente con valores mínimos de 91% y 92% de la tensión nominal de red.
- Red N-1: sobrecargas de 45% y del 57% en las salidas Crespo y Silva. En el caso de falla en el distribuidor La Criolla, todos sus usuarios quedan sin servicio al no tener vinculaciones con otros distribuidores.

Período 2022/2030:

- Tramos de líneas con niveles de cargabilidad fuera de los límites admisibles en todos los distribuidores.
- En el año 2027, sobrecarga de 3% en el transformador 132/33/13,2 kV de 15/15/10 MVA de la ET Crespo.
- En el año 2029, sobrecarga del 2% en los transformadores de la ER Crespo.

De no ejecutarse obras, se advierten mayores sobrecargas que implican demanda no abastecida. Esto da lugar a un incremento exponencial en la energía no suministrada (ENS), que aumenta año a año hasta alcanzar cerca de los 2500 MWh/año para el 2030.

Obras de ampliación y de reconfiguración de la red. Período 2021-2030

En base a las restricciones operativas que registra la red, se propone la ejecución de las obras detalladas a continuación:

Año Base:

- Instalación de 0,18 km de líneas urbanas tipo line-post con conductor 95/15 Al/Ac en el distribuidor Crespo, y recambio de conductores de 25 Al por 50/8 Al/Ac en los distribuidores Crespo y Silva.
- Instalación de dos bancos reguladores de tensión monofásicos 7,62 kV-150 A en las líneas troncales de los distribuidores La Criolla y Silva.
- Construcción de 0,44 km de línea urbana convencional de 50/8 Al/Ac e instalación de un seccionador tripolar a cuernos para la vinculación de los distribuidores La Criolla y Silva.

A raíz de las obras ejecutadas, los niveles máximos de cargabilidad en líneas y transformadores, y los valores mínimos de tensión en nodos de carga se encuentran dentro de los límites admisibles (ver Tabla 1).

Tabla 1: Indicadores técnicos de la red primaria de distribución con obras.

Distribuidor	Tensión mínima %Un	Cargabilidad %	
		Operación normal	Contingencia simple
Crespo	105	55	59 (Falla distribuidor Silva)
La Criolla	97	64	-
Silva	97	38	93 (Falla Salida Crespo) / 65 (Falla Salida La Criolla)

Período 2022/2028:

- Construcción de 1,56 km de nuevas líneas urbanas tipo line-post con conductor 95/15 Al/Ac en el distribuidor Silva y recambio de 6,4 km de conductores de 25 Al por conductores de 50/8 Al/Ac en todos los distribuidores.
- En el año 2027 se debe instalar un nuevo transformador de 30/30/30 MVA en la ET Crespo.

Año 2029:

- La ER Crespo alcanza su potencia nominal. Se debe ejecutar una transferencia de demanda hacia la ET homónima. Se transfiere carga al distribuidor Silva (2,14 MVA). Como resultado, la cargabilidad de los transformadores de la ER Crespo se reduce en un 24,7%.
- Esta reconfiguración requiere de la ejecución de obras de ampliación en la ET Crespo. Estas incluyen:
 - Construcción de una nueva playa de maniobras en 13,2 kV, más dos campos de salida para los nuevos distribuidores Silva y La Penca, un campo de transformación en 13,2 kV y un reactor de neutro.
 - Construcción de nuevo tramo de línea rural convencional de 50/8 Al/Ac para vincular el nuevo distribuidor La Penca a uno de los campos de salida de la ET Crespo, más otro tramo de línea urbana convencional de 50/8 Al/Ac para vincular la sección sur con la sección oeste del mismo, y de un nuevo seccionador para efectuar transferencias de demanda entre las salidas La Penca y Silva.
- Se deben repotenciar 3 km de la línea troncal del nuevo distribuidor La Penca con conductores de 50/8 Al/Ac, aguas debajo de la ET Crespo e instalar un nuevo banco de reguladores monofásicos en el distribuidor.

Año 2030

- Se registra una cargabilidad mayor a 66% en operación normal en los primeros tramos de línea aérea del distribuidor Crespo de la ER homónima. Se propone una transferencia de carga de 1,14 MVA hacia el distribuidor Crespo Oeste, lo cual deriva en una variación de cargabilidad de 68% a 52% en el distribuidor Crespo y de 4% a 18% en el distribuidor Crespo Oeste.

Las obras de ampliación y reconfiguración descriptas minimizan la demanda no abastecida tanto en condiciones de operación normal como en caso de contingencia. Se logra diseñar una red con menores pérdidas de energía globales respecto de la red base, lo cual se traduce en menores costos operativos.

Se observa en la Figura 3 la evolución de las pérdidas con y sin las obras propuestas y las pérdidas de energía evitadas, y en la Figura 4 el diagrama georreferenciado de la topología de la red configurada con las obras propuestas.

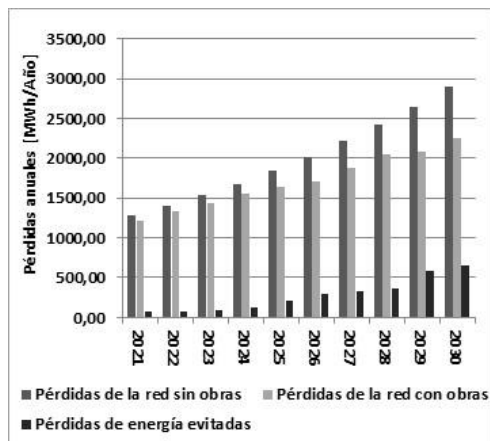


Figura 3: Pérdidas de energía globales evitadas

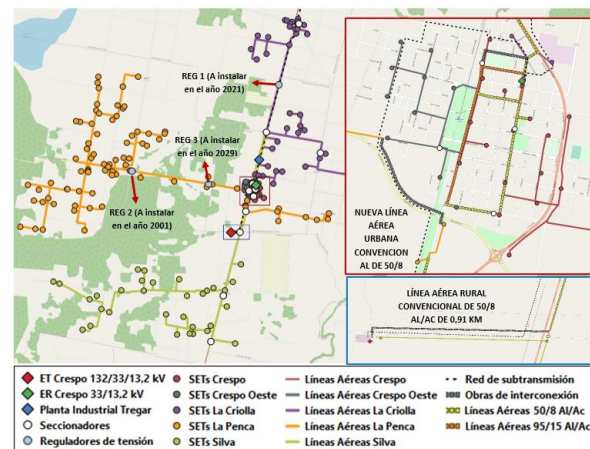


Figura 4: Diagrama georreferenciado de la red de 13,2 kV reconfigurada. Año 2030

Análisis económico

Se han escogido dos indicadores económicos con el fin de analizar la rentabilidad del plan propuesto: el flujo de caja de inversión (FCI), definido como la variación de capital procedente de la diferencia entre las entradas y salidas de efectivo de un proyecto, y la relación entre el valor actual neto (VAN) y la inversión al valor presente (IVP), que expresa la utilidad neta obtenida en el período de análisis con relación al monto de inversión efectivizado.

Los ingresos abarcan ahorros por ENS evitadas y su adicional de facturación, ahorros por pérdidas de energía evitadas y el valor residual de la nueva infraestructura, mientras que los egresos de dinero involucran la inversión en infraestructura y los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica nueva y existente.

Se presenta en la Figura 5 el FCI acumulado asociado al plan de obras propuesto, y en la Tabla 2, los indicadores económicos obtenidos considerando una tasa de descuento del 12%.

Tabla 2: Indicadores económicos del plan de obras propuesto

VAN	IVP	VAN/IVP
USD 5.033.429	USD 2.083.596	2,42

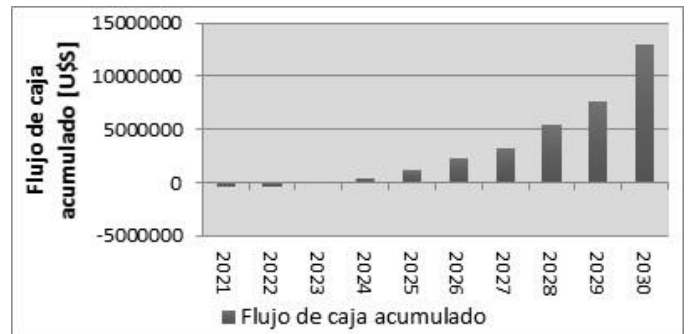


Figura 5: Flujo de caja acumulado. Período 2021/2030

El año base es el único en el cual los egresos por inversión en nueva infraestructura superan a los ahorros en concepto de ENS y pérdidas evitadas. Si se realiza el análisis del FC acumulado, el plan de obras presenta un *payback* bajo, de tan solo tres años.

El plan de obras de expansión presentado para el período 2021/2030 resulta rentable, constituyendo así una solución técnica y económicamente viable para mejorar la confiabilidad de la red de distribución del distrito de Gobernador Crespo, como así también la calidad del producto y servicio técnico para todos los escenarios de demanda.

Conclusiones

En este trabajo se propone una metodología para evaluar cuantitativa y cualitativamente el impacto técnico y económico de nuevas obras y reconfiguraciones de red tal que permitan abastecer la demanda de una red estándar de distribución en el corto y mediano plazo. La nueva infraestructura se focaliza en el incremento de la confiabilidad, la eficiencia operativa y la flexibilidad ante contingencias.

En este sentido, los indicadores técnicos de la red analizados (pérdidas técnicas y energía no suministrada) constituyen una herramienta útil para detectar las restricciones operativas que justifiquen la necesidad de ejecutar nuevas obras de expansión para luego poder evaluar su impacto en la red y analizar los beneficios operativos y económicos que estas representan. El análisis económico concluye la viabilidad del plan de expansión propuesto. Se destaca que la metodología propuesta es factible de aplicar en cualquier red de distribución de media tensión, que disponga de la información técnica y económica necesaria para efectuar en el estudio de plan de expansión.

Referencias

ENRE (2003). Calidad de servicio en la Distribución de Energía Eléctrica.

ENRE (1996). Base Metodológica para el Control del Servicio Técnico. Anexo 1.

Fletcher, J. (2015). "A case study on optimizing an electrical distribution network using a genetic algorithm," IEEE 24th Int. Symp. Ind. Electron., pp. 20–25.

Hable, M. (2009). Distribution Network Planning for High Load Density Areas. CIRED, pp. 1-8.

Lin, K. Jing, X.; Hengjun, Z. and Beibei, W. (2016). "Planning Method for Distribution Networks Based on Load Growth Characteristics of the Industry," no. Ciced, pp. 10–13.

Diseño de un algoritmo para la ubicación óptima de ingreso secuencial de interruptores

Algorithm Design for the Optimal Location of Sequential Entry of Switches

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Ariel S. Loyarte

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
aloyarte@frsf.utn.edu.ar

Ulises Manassero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
umanassero@frsf.utn.edu.ar

Alexander Nahs

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
anahs@frsf.utn.edu.ar

Juan Marcos Banegas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
jmbanegas@frsf.utn.edu.ar

Resumen

El diseño de sistemas de protección y la ubicación de sus elementos en redes de distribución de energía eléctrica, se sustenta históricamente en exigencias operativas, encontrándose, en ocasiones, soluciones arbitrarias basadas principalmente en la experiencia de los encargados de su planificación. En este marco, considerando las exigencias de entes regulatorios y teniendo en cuenta la sensibilidad a fallas, se propone diseñar una metodología que permita identificar la mejor ubicación de equipos reconectores y/o seccionadores de línea de media tensión, tal que se minimicen los costos globales de operación y mejoren los índices de confiabilidad de los usuarios. Para ello, se aplican métodos heurísticos de optimización y localización. Finalmente, la eficacia de las técnicas propuestas se evalúa a partir de su aplicación a una red de distribución real típica, modelada y simulada mediante un software específico para la representación de sistemas eléctricos de potencia.

Palabras clave: confiabilidad, métodos evolutivos, redes de distribución.

Abstract

The design of protection systems and the location of their elements in electrical power distribution networks has historically been based on operational requirements, sometimes finding arbitrary solutions based mainly on the experience of those responsible for their planning. Considering the requirements of regulatory entities and the sensitivity to faults it is proposed to design a methodology that allows identifying the best location of a medium

voltage line reclosers and/or sectionalizers equipment, such that costs are minimized global operations and improve user reliability indexes. To do this, heuristic optimization and localization methods are applied. Finally, the effectiveness of the proposed techniques is evaluated from their application to a typical real distribution network, modeled and simulated using specific software for the representation of electrical power systems.

Keywords: reliability, evolutionary methods, distribution networks.

Introducción

Con el crecimiento de la demanda, la calidad de la energía se ha convertido en una preocupación cada vez más crítica para las compañías eléctricas y sus usuarios. Es por esta razón que se trata de implementar sistemas inteligentes de automatización para mejorar la fiabilidad y la eficiencia operativa de los sistemas de distribución ante fallas (Abdi et al, 2014: 602-611).

Dado el elevado número de circuitos alimentadores y seccionadores en una red de distribución, la instalación de interruptores de línea y la decisión respecto a la cantidad y su ubicación en el circuito se convierte en un problema muy difícil y tedioso de resolver por las técnicas de optimización convencionales debido a las voluminosas combinaciones a investigar (Asadi et al, 2022: 941-945). Con la instalación de interruptores de línea en el sistema de distribución, los índices de confiabilidad de las zonas de servicio al cliente se pueden evaluar de acuerdo con la reducción de los tiempos de corte y de la energía no suministrada (ENS).

En este sentido, resulta valioso el desarrollo de algoritmos que ayuden a implementar estrategias de decisión sistematizadas. Estudios anteriores , los autores Loyarte y otros (Loyarte et al, 2022) se basaron en métodos numéricos de optimización, como lo es la simulación de Montecarlo, pero se pudo comprobar que en base a la aplicación del algoritmo ad-hoc de cálculo de ENS, la ubicación de interruptores por el método secuencial de búsqueda directa resulta más preciso y eficiente desde el punto de vista del tiempo de simulación y de la precisión en los resultados obtenidos en comparación con el mejor resultado alcanzado con el método numérico de Montecarlo.

En base a lo anterior, el objetivo de este trabajo es proponer y diseñar una metodología que permita identificar la mejor ubicación para un mayor número de interruptores (en principio tres), que minimicen la ENS en condición de post-falla.

Desarrollo

Descripción de la red en estudio:

El sistema en estudio corresponde a una red típica de distribución en media tensión de 33 kV compuesta por 58 nodos, 48 ramales y 5 interruptores. Para el modelado de la red se adoptaron los siguientes supuestos:

- El estudio se desarrolla con la red operando en condiciones de carga pico.
- El límite admisible de operación de transformadores y líneas corresponde a la capacidad nominal de cada elemento.
- El rango admisible de tensión en nodos en condiciones de emergencia es de 90% a 110% de la tensión nominal.
- Se considera que todos los circuitos de la red operan en configuración radial, incluso después de la reconfiguración de post-falla, ante eventual alimentación de las demandas del alimentador en falla desde otro alimentador sano.

Tiempo de indisponibilidad de nodos y energía no suministrada:

El tiempo total asignado de indisponibilidad en cada contingencia se obtiene en función a los indicadores de confiabilidad (frecuencia y duración de las fallas) donde para líneas de 33 kV corresponden a 80 fallas cada 100km por año y una duración promedio de 2hs por falla. Para obtener la duración total por fallas (DTF) se utiliza la ecuación (1), donde “L” es la longitud correspondiente a cada línea.

$$DTF = \frac{80 \cdot 2 \cdot L}{100} \text{ [hs]} \quad (1)$$

Se define el tiempo de indisponibilidad de nodos (TIN) como la sumatoria de los distintos DTF hasta el nodo en estudio, cuya ecuación de cálculo (2) se presenta a continuación

$$TIN = \sum_1^n DTF \text{ [hs]} \quad (2)$$

El cálculo de la ENS se efectúa para cada contingencia, en función al producto de la demanda no abastecida (DNA) obtenida en cada nodo y el TIN, tal como se muestra en la ecuación (3).

$$ENS = DNA * TIN \text{ [MWh]} \quad (3)$$

Descripción del algoritmo ad-hoc:

El procedimiento general se resume en las Figuras 1 y 2, se basa en una serie de cuatro algoritmos ejecutados en Python de manera recursiva. El Algoritmo 1 es destinado a identificar el interruptor de protección encargado de despejar una determinada falla simulada. El Algoritmo 2 utiliza al anterior para identificar la mejor reconfiguración posible ante una falla y calcular la ENS asociada. El Algoritmo 3 reproduce en bucle todas las fallas posibles con la finalidad de obtener una estimación de la ENS registrada anualmente en el sistema. El Algoritmo 4 se utiliza para decidir sobre la ubicación de un nuevo interruptor de protección seleccionando la ubicación óptima como aquella que menor ENS global genera. Finalmente, cuando sea necesario incorporar más de un interruptor de protección, el Algoritmo 4 puede ser aplicado en forma secuencial, determinando una nueva locación por cada ejecución del mismo.

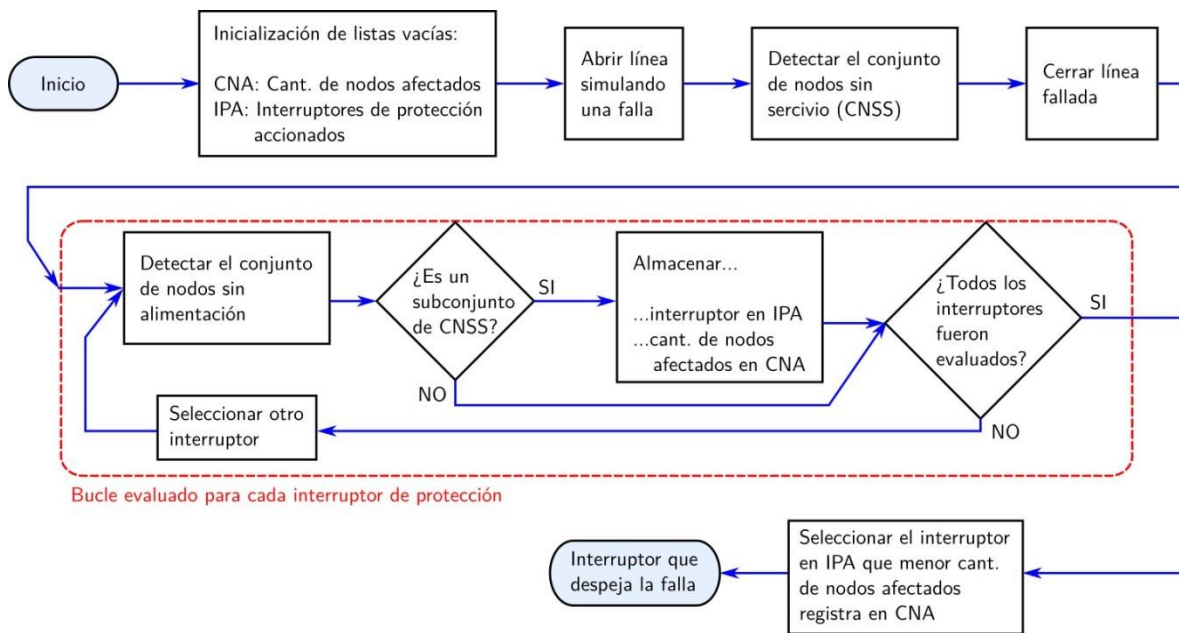


Figura 1. Identificación del interruptor de protección que despeja una falla, Algoritmo 1

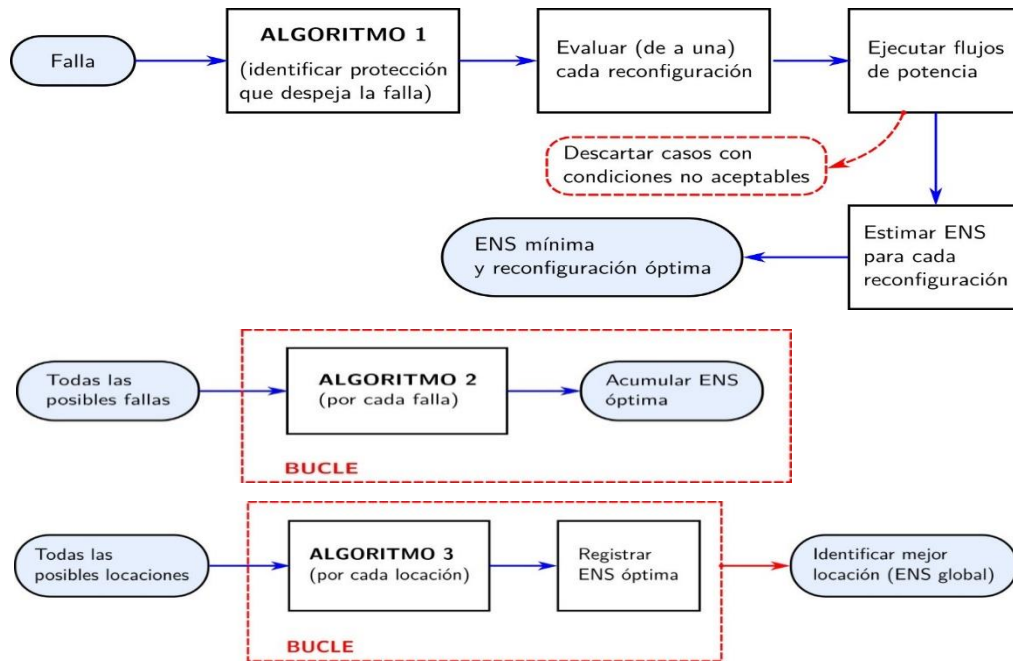


Figura 2. Diagrama de bloques de los algoritmos 2, 3 y 4 que conforman el método ad-hoc implementado

Resultados

ENS optimizada para la red actual (caso base):

Como base de referencia para la evaluación de la performance en la ubicación de los nuevos interruptores en la red de estudio, mediante la aplicación del algoritmo ad-hoc desarrollado, se obtiene:

- El valor global optimizado de la ENS, para las mejores reconfiguraciones de la red de post-falla, arroja un valor de 4746,0 MWh.
- De un total de 45 fallas simuladas, en 28 de ellas (62,2%) los interruptores de reconfiguración de red no producen reducciones de ENS.
- Sólo 4 de los 8 interruptores de reconfiguración (50%) logra reducir la ENS en condición de post-falla.
- El número máximo de fallas que un interruptor logra minimizar los niveles de ENS a partir de reconfiguraciones de red de post-falla es de 8.

Ubicación óptima de un conjunto de interruptores por método secuencial de búsqueda directa:

Los nuevos interruptores por instalarse en la red se vinculan entre nodos de 33 kV que no poseen actualmente interruptor. En total, la red dispone de 88 tramos a evaluar para la instalación de los interruptores, por lo cual se efectúa el cálculo de minimización de la ENS global a partir de la aplicación del algoritmo ad-hoc.

De acuerdo con los resultados de las simulaciones, la posición óptima del primer interruptor adicional corresponde a su instalación entre los nodos 50915 y 50916. En este caso se identifican por lo menos 2 ubicaciones posibles más con niveles de ENS global muy similares, de modo que la solución no es única. Seguidamente, con este interruptor ya añadido, se procede con el mismo algoritmo para evaluar las restantes 87 posiciones posibles.

Como resultado se tiene que:

- La mejor solución de ubicación de un segundo interruptor es única, con una ubicación obtenida para el segundo interruptor entre los nodos 50009-50086.
- En 35 de las 87 posiciones evaluadas (40,2%), se logra reducir la ENS frente al caso con 1 interruptor incorporado.

- En 12 de las 87 posiciones evaluadas (13,8%), se logra una ENS mínima que supera a la del caso base.
- En 33 de las 87 posiciones evaluadas (37,9%), la ENS mínima no empeora ni mejora respecto de la obtenida para un único interruptor agregado.

Se procede a repetir el paso anterior, esta vez para el tercer interruptor, con las restantes 86 posiciones posibles. Los resultados obtenidos indican que:

- Las ubicaciones posibles no son únicas, sino que otras dos posiciones ofrecen el mismo resultado en términos de ENS, por lo que se elige el tercer interruptor entre los nodos 50091-50154.
- En 36 de las 86 posiciones evaluadas (41,9%), se logra reducir la ENS frente al caso con 2 interruptores incorporados.
- En 4 de las 86 posiciones evaluadas (4,7%), se logra una ENS mínima que supera a la del caso base.
- En 38 de las 86 posiciones evaluadas (44,2%), la ENS mínima no empeora ni mejora respecto de la obtenida para dos interruptores agregados.

En la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos para los 3 interruptores, donde se destacan la menor y mayor ENS conseguida con respecto al caso base, el porcentaje de pruebas en los que no se verifican todas las condiciones operativas válidas (sin sobrecargas y con tensiones en rangos admisibles) y la cantidad de soluciones similares que ofrecen el mismo nivel de ENS.

Variable de Comparación	N° Interruptor		
	1	2	3
Mejor Solución ENS [% C. Base]	4,74	8,1	10,6
Peor Solución ENS [% C. Base]	17,8	16,9	16,4
% Pruebas que No Verifican Op. Adm.	5,68	8,05	6,98
Cant. Soluciones Logran Mín. ENS	3	1	3

Tabla 1. Indicadores de performance del número de interruptores agregados al caso base

Las observaciones anteriores se deducen según los valores de ENS globales obtenidos y presentados en la Figura 3. Por último, se observa en la Figura 4 la disminución de la ENS global mínima a medida que se agregan interruptores a la red base.

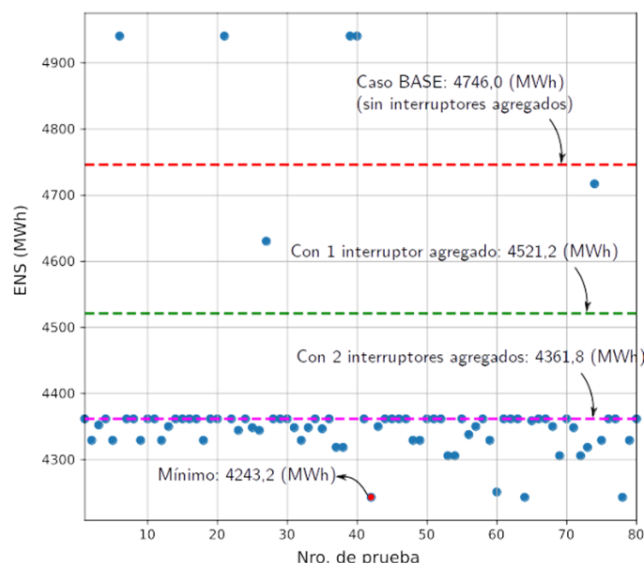


Figura 3. ENS global de la red obtenida en los 86 puntos de ubicación simulados para el agregado secuencial de tres interruptores por búsqueda directa.

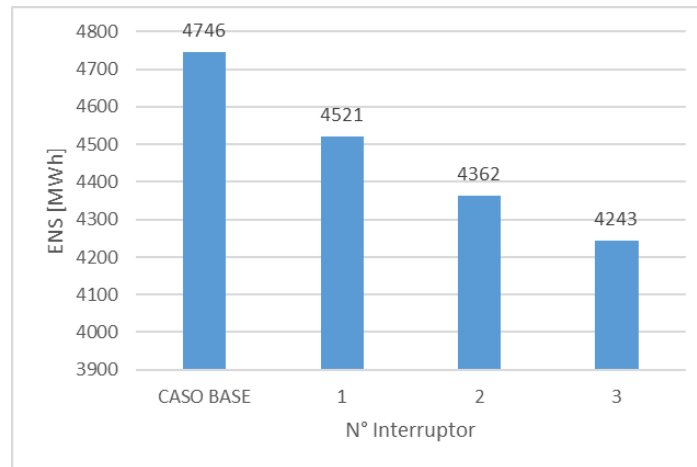


Figura 4. Comparación de la ENS global de la red obtenida para cada caso.

Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto un nuevo enfoque mediante el uso del algoritmo ad-hoc para resolver la colocación óptima de interruptores con el uso de un método secuencial por búsqueda directa, teniendo siempre como función objetivo la reducción de ENS.

Cabe destacar que, así como se consiguen soluciones óptimas con esta metodología, también se pueden obtener ubicaciones indebidas de los interruptores que implican un desmejoramiento de la red en la reconfiguración post-falla, por lo que se debe tener precaución en caso de recurrir a soluciones arbitrarias.

Esta metodología es susceptible de aplicarse a cualquier red de distribución que posea una topología y una configuración de operación similares a las de la red evaluada, con la posible incorporación a futuro de índices de confiabilidad e indicadores técnicos adicionales en el estudio.

Referencias

Abdi, S., Afshar, K., Ahmadi, S., Bigdeli, N., & Abdi, M. (2014). Optimal recloser and autosectionalizer allocation in distribution networks using IPSO-Monte Carlo approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 55, 602-611.

Asadi, Q., Ashoorneshad, A., Falaghi, H., & Ramezani, M. (2022). Optimal Placement of Maintenance Teams in Distribution Networks to Minimize Energy Not Supplied. In *2022 30th International Conference on Electrical Engineering (ICEE)*, pp. 941-945.

Loyarte, A. S. Manassero, U.; Nahs, A; Cea, M.; Marelli, P (2022). Aplicación de Métodos Probabilísticos y de Optimización para la Ubicación de Equipos de Protección en Líneas de Media Tensión. IV Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica (CITTIE 2022). Facultad Regional Delta, UTN, Argentina.

Estudio de precisión y tolerancias para piezas desarrolladas en impresión 3D por deposición fundida para conjuntos ensamblados

Study of precision and tolerances for parts developed in 3D printing by fused deposition for assembled sets

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Eduardo C. Monier

Grupo Giamnci (Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela
ecmonier@gmail.com

Sergio E. Bertone

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela
sergio.bertone@frra.utn.edu.ar

Rodrigo Magni

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela
rodrigo.magni@outlook.com

Resumen

El presente trabajo de investigación trata la generación de piezas por prototipado rápido usando la técnica denominada Modelado por Deposición Fundida, FDM (*Fused Deposition Modeling*). En este proyecto, se analizarán aquellos parámetros que tienen influencia en la exactitud dimensional. El objetivo es estudiar experimentalmente las deformaciones producidas, buscar una o más variables, de lo más general y óptimas posibles, que permitan predecir y compensar diseños dimensionales en futuros productos a fin de poder obtener piezas ensambladas móviles, reduciendo el error geométrico en un orden de magnitud significativo y permitiendo la producción sin armado posterior. Los parámetros que considerar son: las tolerancias, las precisiones de las máquinas, diámetros de nozzle (diámetro extrusor) y las configuraciones dentro del *slicer* (software de parametrización para impresión FDM).

Palabras clave: Impresión 3D, hilo de deposición fundida, prototipado rápido, tecnología FDM.

Abstract

This research work deals with the generation of parts by rapid prototyping using the technique called Fused Deposition Modeling, FDM (*Fused Deposition Modeling*).

In this project, those parameters that influence dimensional accuracy will be analyzed. The objective is to experimentally study the deformations produced, to search for one or more variables, as general and optimal as possible, that allow predicting and compensating dimensional designs in future products in order to obtain mobile assembled parts, reducing the geometric error in an order of significant magnitude and allowing production without subsequent assembly. The

parameters to consider are: tolerances, precision of the machines, nozzle diameters (extruder diameter) and configurations within the slicer (parameterization software for FDM printing).

Keywords: 3D printing, fused deposition wire, rapid prototyping, FDM technology.

Introducción

El objetivo del trabajo es obtener experimentalmente los valores de huelgos y tolerancias de forma tal de crear una guía para el prototipado rápido y posterior impresión en diversos equipos en función del diámetro del *nozzle*, (diámetro de la boquilla extrusora). Los parámetros a considerar son los siguientes:

- las tolerancias,
- la precisión en las dimensiones de la pieza a prototipar,
- la repetitividad.

Este objetivo es de importancia desde el punto de vista de que todas las impresoras 3D marcan su precisión en sus características, pero en ninguna de ellas se hablan de las tolerancias y huelgos que deben tener en las piezas impresas con mayor importancia y relevancia si estas piezas forman parte de un conjunto móvil. Generalmente las impresoras se caracterizan por tolerancias, por ejemplo, +/- 0.1 mm. Sin embargo, en muchos de los casos, difieren significativamente de los valores obtenidos en la práctica, sobre todo al considerar las dimensiones internas o externas.

La impresión 3D del futuro define exactamente el desarrollo de piezas de conjunto como una solución a fabricaciones complejas de repuestos, hoy todavía en desarrollo.

Por ejemplo, podríamos hacer una caja de engranajes y la misma una vez impresa con un pequeño esfuerzo romper la película de soporte y comenzar a que funcione perfectamente.

Para esto es necesario de acuerdo a cada proyecto conocer muy bien las características de la impresora con que se cuenta y definir las dimensiones, tolerancias y material soporte o no de impresión para definir la estrategia de impresión.

Desarrollo

El trabajo experimental se lleva a cabo en su primera etapa en el laboratorio de diseño y simulación de la UTN FRRa, (Universidad Tecnológica Rafaela, Facultad Regional Rafaela). Se utilizaron herramientas CAD existentes para determinar las piezas que fueron definidas como patrón a imprimir en diferentes impresoras.

La selección de las piezas de referencia seguirá algunos lineamientos para su diseño:

- Formas geométricas conocidas con dimensiones generales nominales, siendo estas primeras figuras de forma tal de otorgar características del equipo en ejes sin interpolación lineal, o sea, movimientos puros; y con interpolación lineal, es decir, movimiento que obliguen a trabajar en conjunto ambos ejes, "x" e "y", como por ejemplo líneas oblicuas o la obtención de un engranaje donde fijamos huelgos y tolerancias en formas internas y externas, no solamente diámetros.
- Figuras nominales base con ejes y figuras nominales engranajes, a fin de controlar dimensiones, huelgos y valores prácticos de montaje de estas.

Cumpliendo con los lineamientos planteados, se diseñó una pieza base (con ejes), la cual se puede visualizar en la figura 1, y una pieza engranaje (duplicada y móvil) representada en la figura 2.

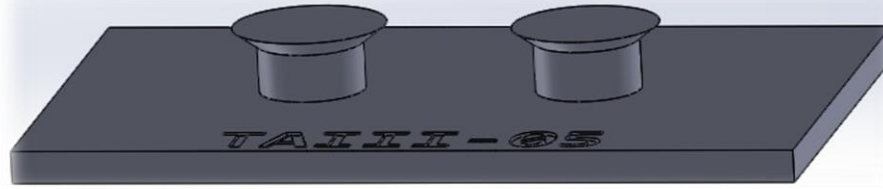


Figura 1. Pieza de forma externa (base con ejes).

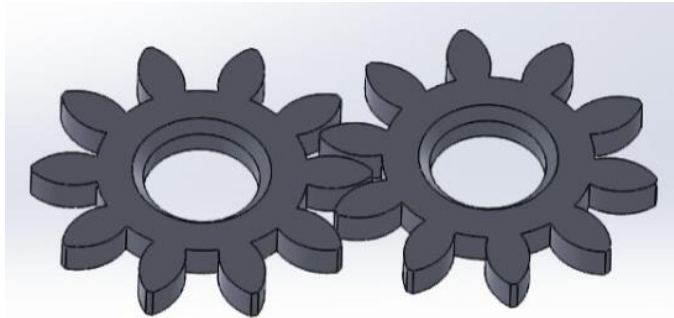


Figura 2. Piezas de formas internas y externas (engranajes móviles).

Se definió una planilla de formato estándar para el registro de las experiencias obtenidas con las modificaciones dimensionales de los huelgos y tolerancias, en función del diámetro del extrusor (*nozzle*) para cada una de las impresoras utilizadas.

Una vez obtenidos los huelgos y tolerancias acordes al objetivo se definirá un patrón de estas variables en función del diámetro del extrusor. Esta tabla obtenida experimentalmente se verificará en impresoras diferentes las mismas piezas con diferentes diámetros de extrusor para verificar las experiencias obtenidas en función de una repetitividad. Desarrolladas estas experiencias se valida la tabla de variables de huelgos y tolerancias en función de diámetro de extrusor independiente de la impresora utilizada.

Los resultados en las tablas siguientes se pueden diferenciar los valores o resultados obtenidos, en verde significan resultados donde el huelgo de movilidad de los componentes resulto satisfactorio, y rojo significan resultados no satisfactorios. Con esto demostramos cuanto de los resultados en función de los huelgos arrojaron resultados satisfactorios para validar nuestras formulas bajo diferentes diámetros de extrusión y diferentes equipos o impresoras.

Estos son los resultados obtenidos en 3 impresoras diferentes:

MAKERBOT REPLICATOR2X						
SLICER:						
VALORES DE PROTOTIPOS						
ALTURA DE CAPA	TOBERA	DISTANCIA EN Z	JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO	
z	t		d1-d2	dC	dP	
Vi	0.3	0.4	0.14	0,2mm	25mm	0,2mm
1	0.3	0.4	0.14	0.4	25.2	0.4
2	0.3	0.4	0.14	0.6	25.2	0.6
3	0.3	0.4	0.14	0.5	25.2	0.8
4	0.3	0.4	0.14	0.5	25.2	0.7
5	0.3	0.4	0.14	0.5	25.2	0.7

RESULTADOS		
JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO
d1-d2	dC	dP
Referencias: OK: La pieza se pudo separar sin inconvenientes NOK: La pieza NO se pudo separar		
NOK	NOK	NOK
NOK	OK	NOK
OK	OK	NOK
OK	OK	OK
OK	OK	OK
OK	OK	OK

Figura 3. Parámetros y resultados obtenidos en Makerbot Replicator2x

TECNOART3						
SLICER:						
VALORES DE PROTOTIPOS						
ALTURA DE CAPA	TOBERA	DISTANCIA EN Z	JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO	
z	t		d1-d2	dC	dP	
Dado por configuración de impresión y tobera	Dado por tobera de impresora. Constante según impresora utilizada	Distancia desde la parte superior/inferior de la estructura de soporte a la impresión.	Distancia entre eje (d1) y diámetro interior de engranaje (d2).	Dado por la distancia entre los centros de los engranajes.	Dado por la distancia entre la parte superior de la base y la parte inferior del engranaje.	
Vi	0.3	0.4	0.14	0,2mm	25mm	0,2mm
1	0.3	0.4	0.14	0.4	25.2	0.4
2	0.3	0.4	0.14	0.6	25.2	0.6
3	0.3	0.4	0.14	0.8	25.2	0.8
4	0.3	0.4	0.14	0.7	25.2	0.7
5	0.3	0.4	0.14	0.7	25.2	0.7

RESULTADOS		
JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO
d1-d2	dC	dP
Referencias: OK: La pieza se pudo separar sin inconvenientes NOK: La pieza NO se pudo separar		
NOK	NOK	NOK
NOK	OK	NOK
NOK	OK	NOK
OK	OK	OK
OK	OK	OK
OK	OK	OK

Figura 4. Parámetros y resultados obtenidos en Tecnoart3

TRIMAKER COSMOS II						
SLICER: Ultimaker Cura 3.6.0						
VALORES DE PROTOTIPOS						
ALTURA DE CAPA	TOBERA	DISTANCIA EN Z	JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO	
z	t		d1-d2	dC	dP	
Dado por configuración de impresión y tobera	Dado por tobera de impresora. Constante según impresora utilizada	Distancia desde la parte superior/inferior de la estructura de soporte a la impresión.	Distancia entre eje (d1) y diámetro interior de engranaje (d2).	Dado por la distancia entre los centros de los engranajes.	Dado por la distancia entre la parte superior de la base y la parte inferior del engranaje.	
Vi	0.3	0.4	0.14	0.2	25	0.2
1	0.3	0.4	0.14	0.4	25.2	0.4
2	0.3	0.4	0.14	0.6	25.4	0.6
3	0.3	0.4	0.14	0.8	25.6	0.8
4	0.3	0.4	0.14	1	25.8	1
5	0.3	0.4	0.14	0.7	25.3	0.7
6	0.3	0.4	0.14	0.7	25.5	0.7

RESULTADOS		
JUEGO EJE	DISTANCIA ENTRE	JUEGO
d1-d2	dC	dP
Referencias: OK: La pieza se pudo separar sin inconvenientes NOK: La pieza NO se pudo separar		
NOK	NOK	NOK
NOK	NOK	NOK
NOK	OK	NOK
OK	OK	OK
OK	OK	OK
OK	OK	OK
OK	OK	OK

Figura 5. Parámetros y resultados obtenidos en Trimaker Cosmos II.



Figura 6. Piezas impresas en diferentes impresoras

Discusión y conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las diferentes impresoras y diámetros de toberas, en las impresiones prototipos, se validan las primeras fórmulas obtenidas en las planillas arriba transcritas, nos arrojan las aproximaciones dimensionales que debemos referenciar para realizar las piezas de conjunto.

De todos los datos planteados como base y los resultados obtenidos podemos extraer:
Considerando:

$$\text{Díámetro de tobera} = t \quad (1)$$

Ecuaciones referenciales obtenidas:

Huelgo de engranajes (distancia entre diámetro exterior de eje y diámetro interior de engranaje) ($d1-d2$)

$$(d1 - d2) = t \cdot 1.75 \text{ en ambos ejes } x \text{ e } y \quad (2)$$

Huelgo entre cama de base y engranaje (dp)

$$(dp) = t \cdot 1.75 \text{ en eje } z \text{ altura} \quad (3)$$

Huelgo entre centros de engranajes (dC)

$$(dC) = t \text{ en ejes } x \text{ e } y \quad (4)$$

Las tolerancias dimensionales se tomaron de las obtenidas en la investigación "Análisis de precisión y tolerancias para piezas desarrolladas mediante impresión 3D por el método de deposición por hilo fundido. – PID - MAUTNR0004512, y agregaron las tolerancias para que las piezas queden móviles unas con otras para que directamente, de la impresión del conjunto, con un leve torque se despeguen y queden en movimiento libre.

Como paso siguiente se plantea validar estas ecuaciones con los archivos digitales, extensión STL, (siglas provenientes del inglés "STereoLithography) que define geometría de objetos 3D, excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas que sí incluyen otros formatos CAD), verificando estas tablas en función de la variable t (diámetro de tobera). Se utilizarán las impresoras con las que obtuvimos las primeras experiencias actuales y agregaremos la impresora Fortus450 perteneciente a laboratorio INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) y de CenTec Rafaela (Centro tecnológico de manufactura e industria digital Rafaela).

Estas impresiones finales, se están desarrollando para validar las fórmulas finales y verificar las conclusiones preliminares obtenidas hasta el momento de esta publicación.

Referencias

- G. Bugeda, M. C. (1995). Numerical analysis of stereolithography processes using the finite element method. *Rapid Prototyping Journal*, vol. 1, no. 2, 13-23.
- Galantucci, L. L. (2009). Experimental Study Aiming to Enhance the Surface Finish of Fused Deposition Modeled Parts. *CIRP Annals-Manufacturing Technology* 58, 189 a 192.
- Hon, S. O. (2001). Improving stereolithography part accuracy for industrial applications. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 17, no. 1, 61-68.
- K. Tong, E. L. (2003). Parametric error modeling and software error compensation for rapid prototyping. *Rapid Prototyping Journal*, vol. 9, no. 5, 301-313.
- K. Tong, S. J. (2008). Error compensation for fused deposition modeling (fdm) machine by correcting slice _les. *Rapid Prototyping Journal*, vol. 14, no. 1, 4-14.
- MITnews. (13 de September de 2011). Printing of the Paper, MITnews. Obtenido de <http://web.mit.edu/newsoffice/2011/3d-printing-0914.html>
- W. Wang, C. C. (1996). "Influence of process parameters on stereolithography part shrinkage. *Materials & Design*, vol. 17, no. 4, 205-213.
- Y. Tang, C. H. (2004). Stereolithography cure modeling and simulation. *International Journal of Materials and Product Technology*, vol. 21, no. 4, 255-27.

Herramientas para la aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño

Tools for the application of a systemic methodology associated with design

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Daniel Eduardo Ferradas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.
deferradas@gmail.com

Walter R. Tonini

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.
wtonini@sanfrancisco.utn.edu.ar

Celeste Pilar Ferradas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en generar una herramienta aplicada al diseño que permita abordarlo con metodología sistémica, considerando lazos conectivos organizados de sus múltiples variables intervinientes, que lo ordenen y retroalimenten para tomar decisiones y realizar, si fuera necesario, acciones correctivas en función de interrelaciones de partes que en forma primaria no se visualizan. La vinculación de variables se canaliza mediante nodos de interacción, con un orden de relevancia e impacto en sus sistemas y subsistemas, con nodos críticos que visualizan la necesidad de acciones correctivas generadoras de variables de cambio que retroalimentan al proceso, originándose nuevos lazos de ponderación, asociación e interacción de variables, con un enfoque sistémico. Su aplicación es una herramienta facilitadora del proceso de diseño que lo optimiza y permite adecuar sus partes en función de las condiciones preestablecidas en el comportamiento esperado del objeto del diseño, generando documentación respaldatoria y ordenada de sus etapas y adecuaciones.

Palabras clave: herramienta, diseño, nodos críticos, sistémica

Abstract

The objective of this work is to generate a tool applied to design that allows approaching it with a systemic methodology, considering organized connective ties of its multiple intervening variables, which order and provide feedback to make decisions and carry out, if necessary, corrective actions based on interrelationships of parts that are not primarily visualized. The linking of variables is channeled through interaction nodes, with an order of relevance and impact on their systems and subsystems, with critical nodes that visualize the need for corrective actions that generate change variables that feed back into the process, originating new weighting loops, association, and interaction of variables, with a systemic approach. Its application is a tool that facilitates the design process that

optimizes it and allows its parts to be adapted based on the pre-established conditions in the expected behavior of the design object, generating supporting and orderly documentation of its stages and adaptations.

Keywords: tool, design, critical nodes, systemic

Introducción

El diseño suele tornarse en un proceso complejo vinculado a las características del objeto de diseño. Su grado de complejidad está relacionado con aspectos propios e intrínsecos, asociados a variables cuya vinculación constituyen desafíos de retroalimentación ordenada, con relación de sus partes e interrelación de subsistemas y sistemas intervinientes, esta complejidad debe abordarse desde los conocimientos de ingeniería centrados en la necesidad de establecer un orden conectivo y organizativo del proceso en sus distintas etapas.

Este ordenamiento requiere de herramientas que permitan la realización de lazos conectivos en sus etapas, ellos reordenan y establecen la retroalimentación necesaria para disponer de variables y así realizar acciones, en muchos casos correctivas, que en forma primaria no se visualizan, constituyéndose en nodos esenciales del proceso de diseño en ingeniería.

Así definido podemos considerar al diseño como una función de varias variables: conocimientos técnicos (ct), capacidad tecnológica disponible (ctd), experiencia (ex), compromiso social (cs) y con el medio ambiente (ma), interpretación de necesidades internas (ni) y de mercado (nm), factibilidad productiva (fp), productividad (pr), simulaciones (s), prototipado (p), ensayos (e), facilidad de acceso a sus componentes (fac) y materias primas (mp), Ecuación (1), que inexorablemente se vinculan e impactan en el objeto del diseño (Figura 1)

$$D = f(ct, ctd, ex, cs, ma, ni, nm, fp, pr, s, p, e, fac, mp) \quad (1)$$

La consideración de cada variable en cuanto a su ponderación es propia de cada diseñador, lo que permite abordar diseños únicos. Dicho esto, es posible construir una ecuación con variables de base y exponenciales como atributo ponderado de cada una de ellas, Su solución es posible hallarla, para ello cada variable de base debe ser vinculada con las variables consideradas como exponentes, Ecuación (2)

$$D = K \cdot ct^x \cdot ctd^y \cdot ex^z \cdot cs^u \cdot ma^v \cdot ni^w \cdot nm^{x1} \cdot fp^{y1} \cdot pr^{z1} \cdot m^{u1} \cdot p^{v1} \cdot e^{w1} \cdot fac^{x2} \cdot mp^n \quad (2)$$

Donde K es un número adimensional, pero no necesariamente constante.

Operando, se pueden expresar todos los exponentes en función de uno solo de ellos (tomado como común y fundamental por el proyectista) considerando variables en común que caracterizan cada variable de base (impronta particular del tratamiento objetivo de cada diseñador que hace que los diseños de un mismo producto sean distintos en función de la ponderación personal de las variables), y así encontrar ecuaciones que resueltas matricialmente permitirán hallar la relación entre las variables de base y las nuevas variables que como exponentes forman parte de la ecuación planteada. Dicho esto, se construye una ecuación de valoración de variables relacionadas entre sí que permite analizar el impacto sobre el diseño que surge de cambios originados en variables de cambio o de mutación de los sistemas o subsistemas del objeto de diseño. La aplicación de una metodología sistémica asociada al diseño permitirá construir un sistema de vinculación de estas variables a partir de parámetros de entrada al sistema, para posteriormente encontrar nodos de interacción que involucran y conjugan aspectos técnicos específicos de las condiciones preestablecidas del producto a lograr, y así alcanzar un diseño integral del producto. Es entonces

necesario ponderar estas variables en su asociación, para aplicar en el proceso de diseño las acciones correctivas necesarias y posibles que surgen de su análisis.

Definido así, el diseño se debe abordar con un enfoque sistémico de múltiples variables con un objetivo en común y dotado de una sumatoria de elementos relacionados entre sí, corresponde entonces hablar de metodología sistémica aplicada al diseño, capaz de separar sus partes sin obviar su interacción, separar lo relevante de lo irrelevante y ponderar adecuadamente sus variables, para lo que es fundamental determinar nodos críticos de retroalimentación permanente durante el proceso Figuras (1) y (2).

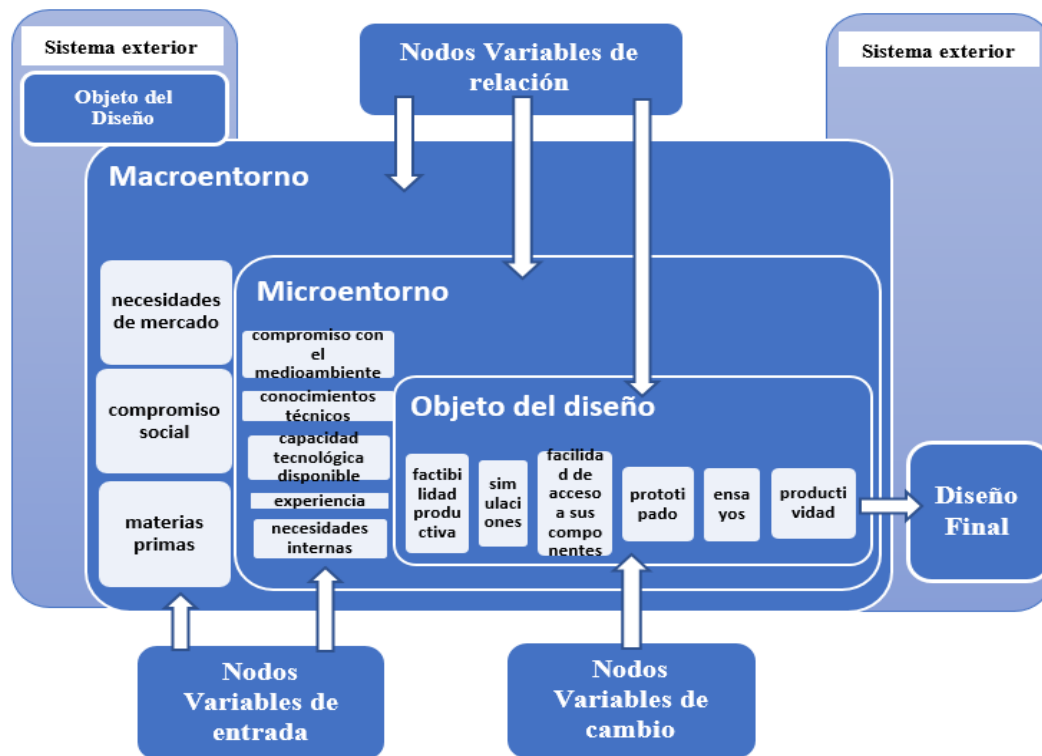


Figura 1. Variables que inciden sobre el diseño – su agrupación por nodos (Elaboración propia 2020)

Desarrollo

Generar una herramienta basada en un método de acciones sistémicas aplicadas al diseño con ponderación de variables, analizar su viabilidad y verificar su aplicación, partiendo de nodos de interacción entre las partes intervinientes, con creación de subsistemas integrantes de un sistema de pertenencia que los relacione, analizando la relevancia e impacto de variables intervinientes, que permita ratificar lo realizado en cada etapa o rectificarlo, visualizando acciones correctivas posibles generadoras de variables de cambio que retroalimentan al proceso con nuevos lazos de ponderación, asociación e interacción, en un enfoque sistémico de variables relacionadas entre sí.

Se utilizó como metodología la aplicación de la teoría de aproximación por iteraciones sucesivas, con relevamiento de resultados en las distintas etapas del proceso y la determinación de nodos críticos de retroalimentación en el proceso de diseño. A partir del objetivo de generación de una herramienta de diseño desde la concepción de un modelo sistémico aplicado a un caso particular de diseño, se simuló el comportamiento y se validó el resultado obtenido. Para su elaboración y validación se utilizó como caso particular del diseño, el subsistema de tambor giratorio de una máquina peladora-lavadora de tubérculos, como parte del sistema primera limpieza. Se consideraron todas las variables intervinientes estableciéndose un orden de relevancia, analizando sus interacciones e impacto en los niveles de subsistema y sistema, en un proceso retroalimentado. Las sucesivas

iteraciones permitieron concluir con la generación de una herramienta sistémica que se validó por simulación de las distintas etapas de la investigación desarrollada en la propuesta de diseño. Se abordaron nuevas totalidades a partir del tratamiento lógico de las relaciones de sus variables, considerando para ello sistemas y subsistemas de relación atendiendo las características del objeto de diseño.

La metodología sistémica aplicada al diseño permite identificar nodos críticos, estos surgen de la interrelación de subsistemas pertenecientes a un sistema en común, permiten compatibilizar el diseño de partes y de conjunto para relacionarse con otros sistemas ya definidos, de esta nueva relación surge un diseño final para el objeto del diseño. La división en sistemas y subsistemas que se retroalimentan genera la visualización de posibles correcciones. Comprobada su factibilidad de aplicación y determinados definitivamente los sistemas y subsistemas con sus variables, es posible definir las características finales del objeto del diseño. Este método facilita el proceso de diseño con un grado de impacto directamente proporcional a su complejidad, permite documentar ordenadamente el proceso y le da fiabilidad con visibilidad. Desde el sistema exterior se aportan las variables de entrada al sistema, que en función del proceso indicado en la Figura 2 retorna al objeto de diseño, con características de DISEÑO FINAL, a partir del análisis de verificación del comportamiento de sus subsistemas.

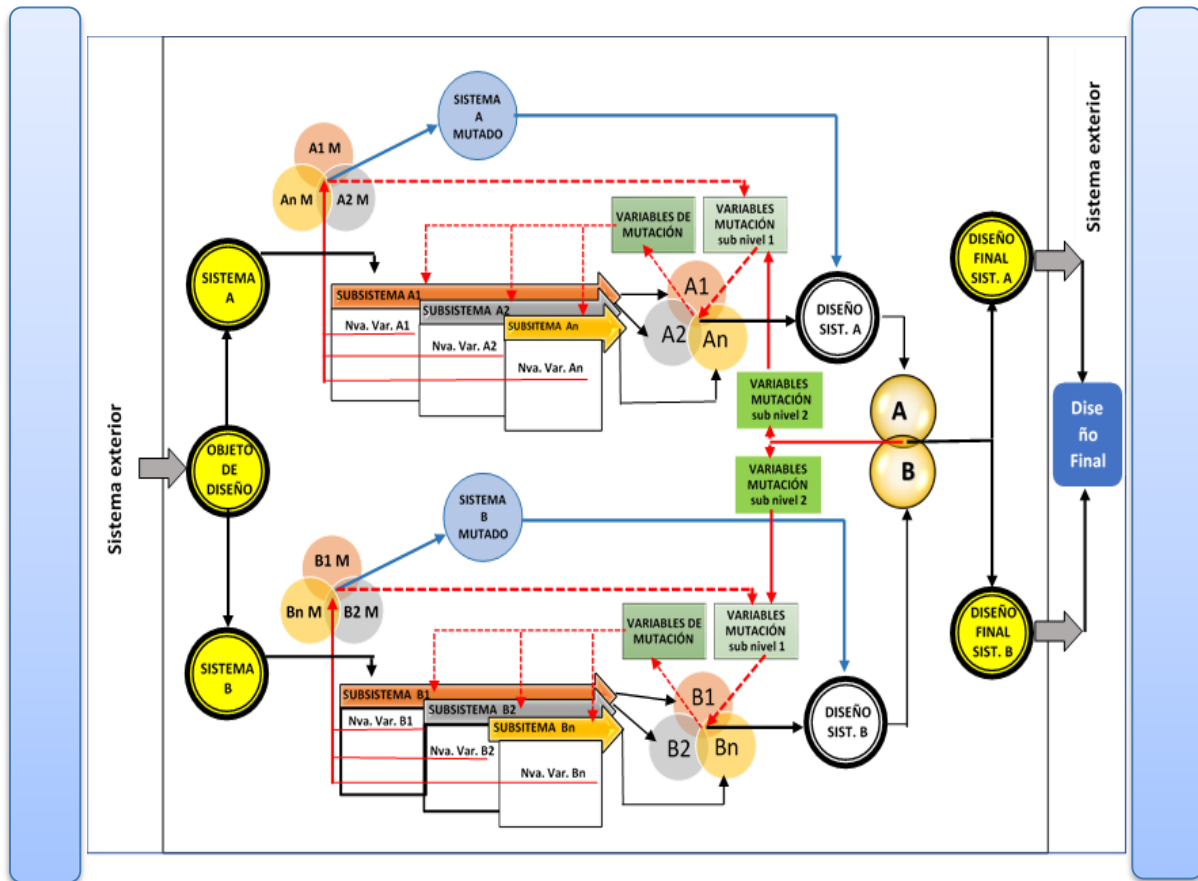
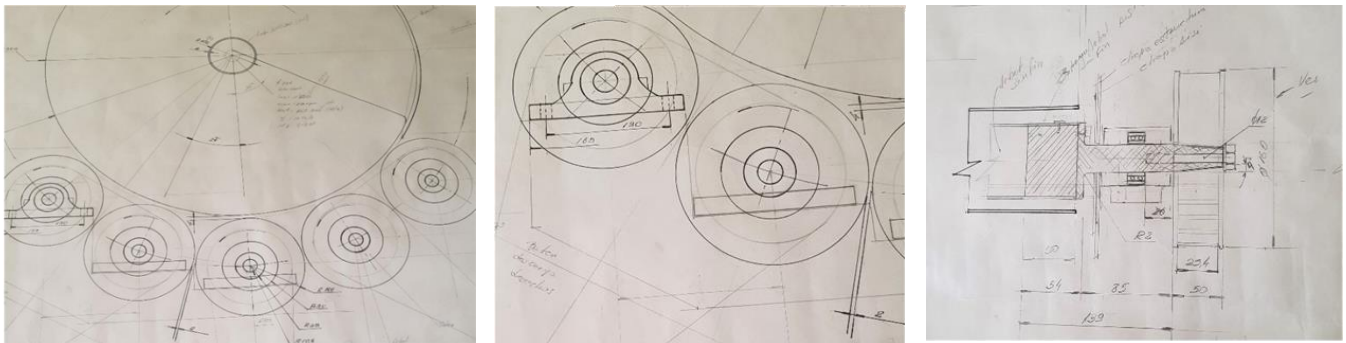


Figura 2 – El diseño como metodología sistémica (Elaboración propia 2020)

Considerando el producto como objeto del diseño, en una primera etapa se identifican sus sistemas intervinientes y luego se los divide en subsistemas, estos últimos deben ser analizados en sus impactos de interrelación, pudiendo ser o no satisfactorios. En el caso que lo sean es adecuado avanzar definiéndolo como diseño del subsistema, que luego de un idéntico estudio de otro subsistema exige el análisis de interrelación entre ambos para definir su viabilidad. Si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema. Si no fuera satisfactoria la interrelación de

los subsistemas, se deben analizar los cambios necesarios, esto permite definir un conjunto de nuevas variables que se constituyen en variables de cambio o transformación (mutación), generándose nuevas variables evolucionadas que deben analizarse en conjunto originando un nuevo sistema (sistema transformado o mutado), el cual puede constituirse en un nuevo diseño final del sistema que a su vez se debe analizar relacionándolo con otros sistemas, tal cual lo antes indicado, si esta es posible se avanza en el diseño final de cada sistema. Si el análisis de relación de variables de cambio o transformación no es adecuado es necesario recurrir a un nuevo nivel de variables de cambio o mutación (variables de cambio nivel 1) (Figura 2), cuya relación es también objeto de análisis para avanzar en el diseño del sistema tal lo antes indicado o retroalimentar el sistema con nuevas variables. Definido el diseño de cada sistema, su interrelación puede arrojar resultados positivos o presentar inconvenientes, en el primer caso se adoptan como definitivos los diseños de los sistemas, si esto no ocurre es imperativo realizar un nuevo nivel de transformación que da origen a las variables de cambio o mutación nivel dos (Figura 2), las que vuelven a retroalimentar a los subsistemas y sistemas intervinientes.

Es entonces un modelo sistémico de retroalimentación permanente, que permite entregar al sistema exterior un adecuado diseño que contempla las condiciones impuestas por cada sistema y subsistema interviniente en el objeto del diseño y sus interrelaciones, con un conjunto de nodos críticos de vinculación por interrelación que lo hacen posible. Surge así la identificación de tres tipos de variables de incidencia en todo el proceso, variables fundamentales o esenciales, variables descendientes o derivadas y variables de cambio. Las primeras están vinculadas con las condiciones de macroentorno y contemplan conocimientos técnicos, experiencia, compromiso social y con el medio ambiente, interpretación de necesidades internas y de mercado, y condiciones primarias de diseño, estas son variables de entrada desde el sistema exterior, la figuras (3) corresponden al análisis de aplicación de la herramienta en la etapa de croquizado.



Figuras 3 – Análisis de Comportamiento de la herramienta propuesta en etapa de croquizado – Sistema Primera Limpieza - Subsistema Tambor Giratorio – por aplicación de iteraciones (Elaboración propia 2022)

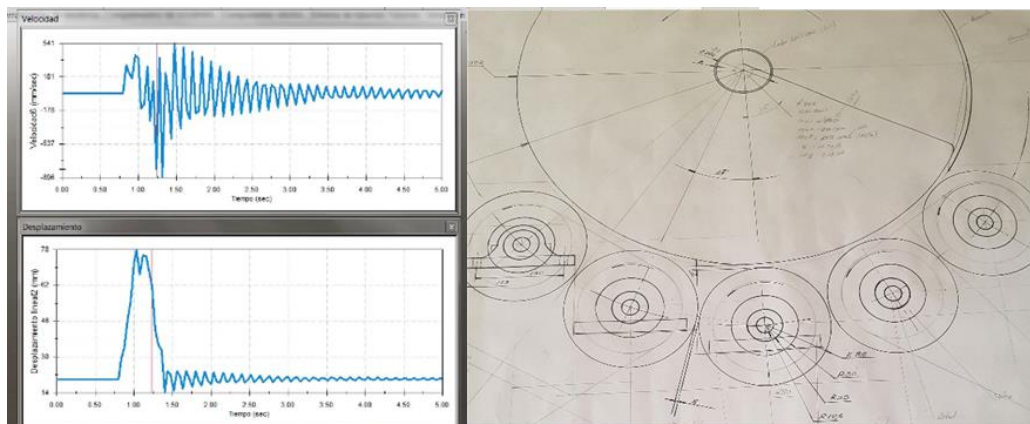


Figura 4 – Simulación de absorción de vibraciones Tambor Giratorio - (Elaboración propia 2022)

Las segundas involucran al microentorno y consideran factibilidad productiva, productividad y recursos en general disponibles y las terceras vinculadas estrictamente a los sistemas y subsistemas y contemplan simulaciones prototipado, ensayos y verificaciones. Las variables de cambio están condicionadas por las esenciales y las derivadas. La Figura (4) corresponde a su verificación y posterior simulación de los resultados obtenidos utilizando como caso particular el subsistema de tambor giratorio de una máquina peladora-lavadora de tubérculos, como parte del sistema primera limpieza.

Conclusiones

Se concluye que una herramienta de diseño basada en la metodología sistémica, generada a partir de nodos críticos de relación, de interrelación y de variabilidad, genera un proceso de retroalimentación sistémica que permite adecuar las partes del diseño en función de las condiciones preestablecidas en el comportamiento esperado del objeto del diseño, constituyéndose en una herramienta de utilidad facilitadora del proceso que permite la reducción de tiempos y costos, su aplicación llevada al ámbito computacional logra su optimización en la generación y almacenamiento de documentación técnica respaldatoria ordenada de sus etapas con las adecuaciones producidas en cada una de ellas.

Referencias

- Capuz Rizo, S, Gomez Navarro, T. ECODISEÑO-(2002). *Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-191-2.
- Deyanira Bedolla Pereda et al. (2016). *Facetas de la Evaluación en el Diseño* – (edición digital) - editado por la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa - ISBN: 978-607-28-0831-7 Primera edición.
- Gutiérrez Gómez, G. (2013). *Teoría General de Sistemas*. Ediciones USTA - ISBN 978-958-631-631-850-1
- Hernandis, B, Iribarren Navarro, E. (2000). *Diseño de Nuevos Productos-Una perspectiva sistémica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-7721-761-0.
- Krik, Ev. (1999). *Introducción a la ingeniería y al Diseño en Ingeniería*. México DF: Editorial Limusa S.A. de C.V.- Grupo Noriega Editores, 23ra. Imp. ISBN: 968-18-0176-8.
- Ortuño B. H. (2018). *System & Design 2017-From theory to product*. Edit. Universidad Politécnica de Valencia - ISBN 978-84-9048-582-8.
- Osorio Gómez, J. C. (2018). *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Universidad del Valle-Programa editorial ISBN PDF 978-958-765-608-4.
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio (2014). *Metodología de la Investigación*. México DF: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. 6ta. edición ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Sosa Compeán, L. B. (2020). *Nociones sobre el Diseño Complejo*. Labyrinthos Editores 2020 - ISBN 978-607-99076-0-0.

Modelado y evaluación de espectro armónico en diferentes tipos de usuarios. Análisis de su impacto global en una red de distribución

Modeling and evaluation of harmonic spectrum in different types of users. Analysis of its global impact on a distribution network

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Ulises Manassero

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe - Centro de I+D en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE) - Argentina
umanassero@frsf.utn.edu.ar.

Andrés Zottico

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe – Laboratorio de Máquinas y Medidas Eléctricas (LAMyME) - Argentina
azottico@frsf.utn.edu.ar.

Franco Torres

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe - Laboratorio de Máquinas y Medidas Eléctricas (LAMyME) - Argentina
ftorres@frsf.utn.edu.ar.

Resumen

En el presente trabajo mediante el software ETAP, se desarrolla un estudio sobre las influencias de los diferentes tipos de cargas armónicas sobre una red existente. Dicha red alimenta distintos perfiles tipificados de carga. Se comparan los resultados obtenidos con la legislación vigente para evaluar la calidad del producto técnico de energía.

Palabras clave: distorsión armónica, perfiles de carga y modelo.

Abstract

In the present work, using the ETAP software, a study is developed on the influences of the different types of harmonic loads on an existing network. This network feeds different load typified profiles. The results obtained are compared with current legislation to assess the quality of the technical energy product.

Keywords: harmonic distortion, load profiles and model.

Introducción

A lo largo de los años, la búsqueda por mejorar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica ha introducido entre otras soluciones, la implementación de cargas no lineales. Ello ha provocado la introducción de componentes armónicos en la red de distribución de energía eléctrica. La presencia de armónicos dificulta el correcto desempeño de la red, ya que provoca diversos efectos indeseados. Entre los más perjudiciales se encuentran el sobrecalentamiento de cables, transformadores y motores, corrientes excesivas en el neutro y fenómenos de resonancia entre los elementos del circuito (Lemieux, 2010: 483-488). Cada tipo de usuario aporta en diferente medida a la alteración de los parámetros normales de la red dependiendo del tipo de cargas y a la simultaneidad con que se disponen. Estas cargas no lineales contaminan el sistema de distribución de energía eléctrica, mediante la inyección de armónicos de corriente en la red (Anwar et al, 2015: 3394-3403). Ello se ha convertido en una problemática cada vez más creciente, a tal punto que, con la creciente penetración de la electrónica de potencia, el nivel de contaminación armónica también aumenta en los sistemas de energía eléctrica y es necesario resolverlo (Arrillaga y Watson, 2003:). Por este motivo se realizan estudios armónicos en una red para evaluar el impacto que tendrían cargas de este tipo.

Para el presente trabajo se adopta una red de base en la localidad de Santo Domingo provincia de Santa Fe. Se clasifican los usuarios, según tipo y comportamiento, como también se confeccionan perfiles de cargas diarios. A partir de ellos se realizan estudios de sensibilidad con simulaciones de flujo de cargas armónicos, que permiten conocer la situación en cada punto de la red, con el objeto de evaluar sus niveles respecto de los límites admisibles por la normativa vigente.

Desarrollo

Metodología

En la Figura 1, se presenta el flujograma de actividades que conforman la metodología propuesta para el modelado, simulación y verificación de la polución armónica del conjunto de cargas eléctricas de uso final que componen instalaciones eléctricas estándar de usuarios residenciales y comerciales.

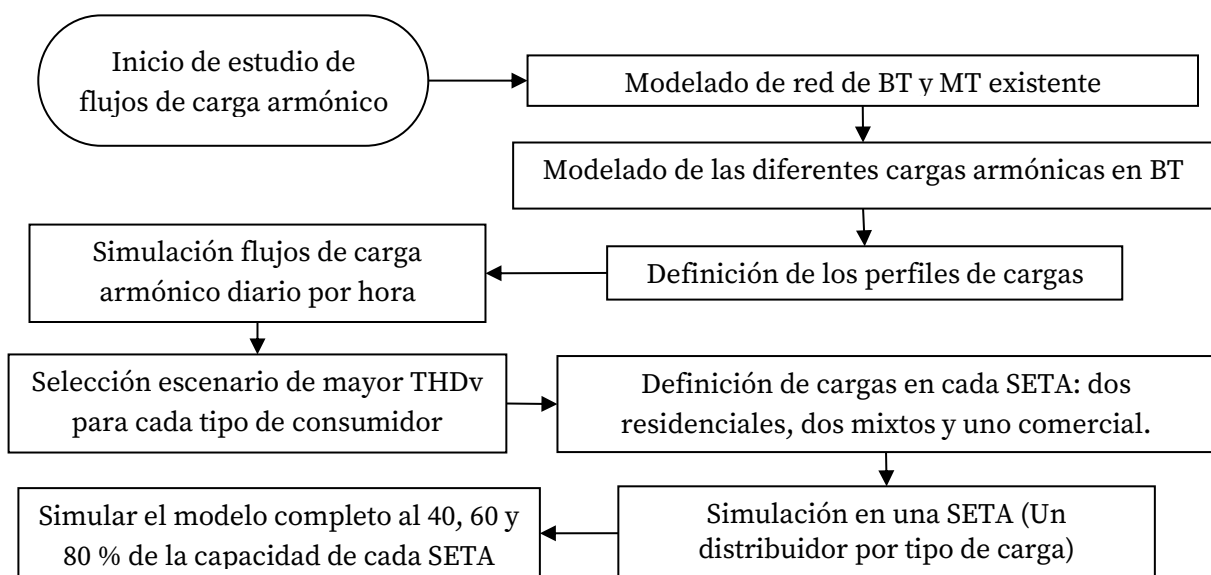


Figura 1. Metodología implementada para el presente trabajo.

Hipótesis de simulación

La evaluación de la calidad del producto técnico armónico ha sido realizada por la implementación de la normativa del Ente Nacional Regulador de Energía (ENRE) según Resolución nro. 184/2000 (ENRE, 2000).

Para la realización de las simulaciones de flujos de cargas armónicas, se han supuesto los siguientes tipos de usuarios:

- Residencial: Freelance, Horario Corrido, Horario Comercial. Este tipo de usuarios se subdividen en convencionales de invierno (CI), convencionales de verano (CV), electrointensivos de invierno (EI) y electrointensivos de verano (EV).
- Comercial: Local de ropa, Venta de seguros, Supermercado
- Mixto: compuesta por cargas residenciales y comerciales combinadas.

Descripción de la red

La red de estudio se conforma por una estación de rebaje (E.R.), con dos transformadores 33/13,2 [kV], y dos salidas de distribución primaria de 13,2 [kV]. El estudio se ha enfocado en el alimentador que abastece cinco subestaciones transformadoras aéreas (SETA) de 13,2/0,4 [kV], en zona urbana. En este sentido, el otro alimentador se ha modelado como carga concentrada. Cada una de las barras de baja tensión de las SETAs, posee tres alimentadores secundarios de BT. A continuación, en la Figura 2 se muestra el modelado de red de estudio en el software ETAP.

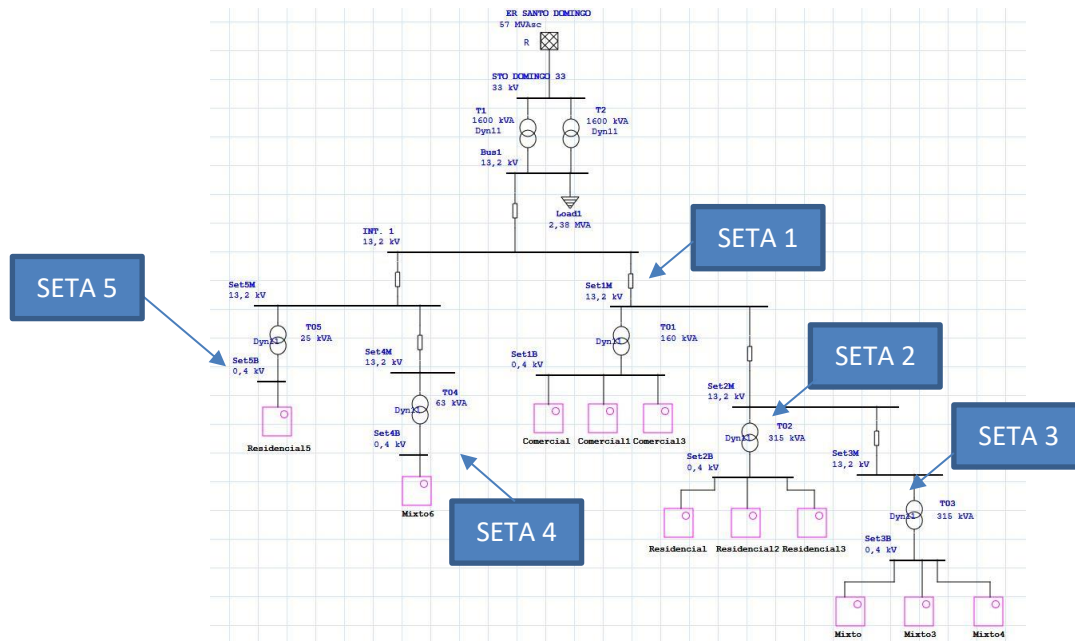


Figura 2. Red modelo en estudio

Caracterización armónica de cada equipo y/o electrodoméstico

En otro trabajo previo (Manassero et al, 2022) los autores presentan el resumen de mediciones y caracterización armónica, en diferentes equipos y electrodomésticos, realizados con el analizador de red Power Guía 440S, marca Dranetz.

Resultados

Niveles de contenido armónico en curvas de cargas diarias por tipo de usuario

Se elaboran los perfiles de carga por tipo de usuario en base a estudios de campo previos llevados a cabo por otros autores (Ledesma, 2019). En este sentido, se realizan sucesivas simulaciones por cada carga y hora del día, lo cual arroja un total de 408 simulaciones. A partir de la base de datos obtenida, se han construido curvas de cargas diarias armónicas para cada tipo de usuario.

A modo de ejemplo, en la Figura 3 se exponen los resultados de la distorsión armónica de tensión (THDv) y de corriente (THDi) obtenida para el caso de un distribuidor “Residencial” del tipo “Freelance”.

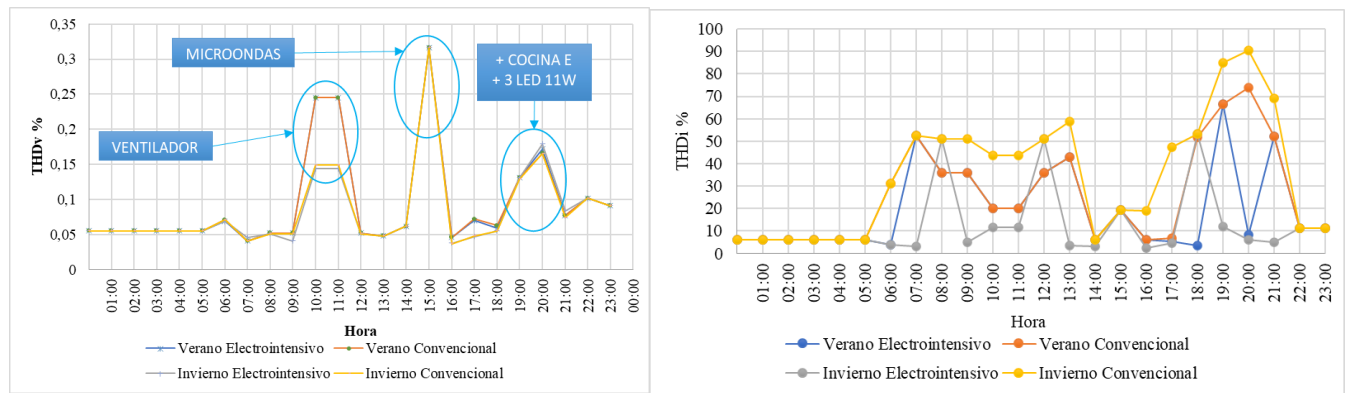


Figura 3. Resultados de THDv y THDi para el usuario tipo Residencial Freelance.

De cada perfil de carga armónico se filtra el valor de distorsión más desfavorable, es decir la de mayores niveles de THD, (ejemplo a las 15 h según Figura 3) y se confecciona un resumen de los resultados obtenidos, tal como se presenta en la Tabla 1.

DISTRIBUIDOR	USUARIO	CONDICIÓN	HORA	Demanda [A]	THDv [%]	THDi [%]
Residencial	Freelance	EV	15:00	4,70	0,316	19,38
	H. corrido	EI	15:00	5,20	0,271	15,46
	H. comercial	EI	15:00	4,80	0,299	18,04
Comercial	Local de Ropa	V	-	2,50	0,242	26,41
	Venta de Seguros	V	-	3,20	0,532	49,45
	Supermercado	-	-	10,40	0,816	20,70

Tabla 1. Resultados de THDv y THDi por tipo de carga y régimen de demanda

Flujo de carga armónico en cada distribuidor secundario de baja tensión

Para el estudio en los alimentadores secundarios, se supuso un escenario en donde se encontraban conectadas todos los tipos de usuarios definidos, y en los momentos de mayor perjuicio a la red según la Tabla 1 anterior. En el primero distribuidor, una carga residencial, en el segundo una comercial y en el tercero una mixta (ver Tabla 2).

DISTRIBUIDOR	Condición (EV, CV, EI o CI)	Hora	Demanda [A]	THD _i
RESIDENCIAL	EV	15:00	112,21	15,68
COMERCIAL	N/A	N/A	32	27,58
MIXTO	N/A	N/A	57,1	10,71

Tabla 2. Niveles de THDi para cada tipo de distribuidor de baja tensión

A los fines demostrativos, se exponen los resultados obtenidos de participación porcentual del orden armónico en el THDi y de forma de onda de un usuario residencial (ver Figura 4).

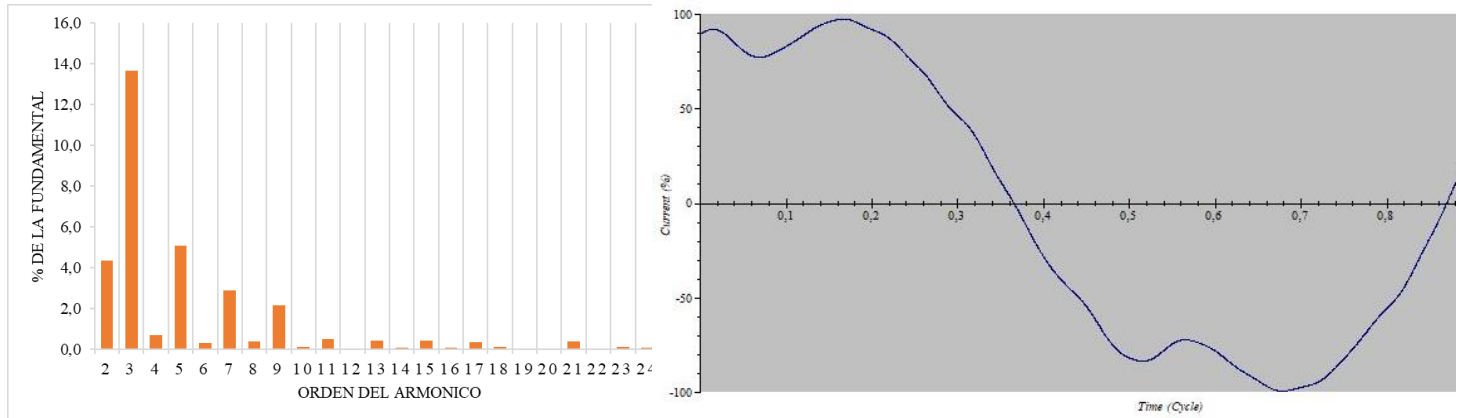


Figura 4. Espectro de carga armónico y forma de onda de corriente en alimentador secundario residencial.

Impacto de la polución armónica en barra de MT

Se han simulado escenarios de carga pico, resto y valle en barras de 13,2 [kV], lo cual han arrojado los niveles de THDi y THDv presentados en la Figura 5.

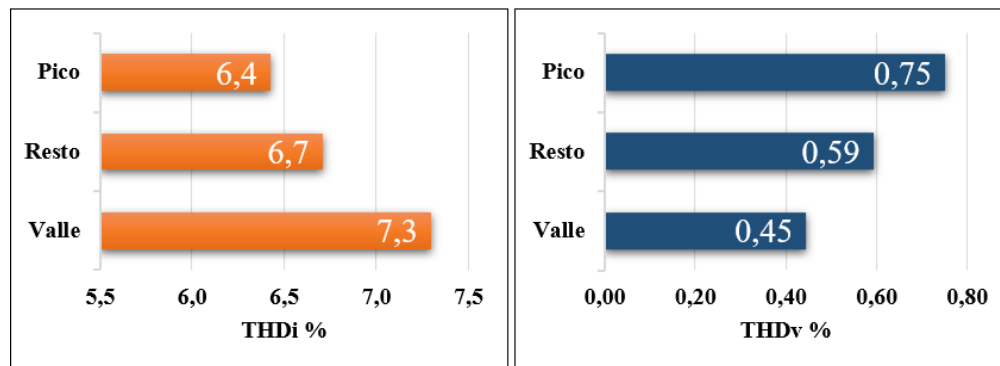


Figura 5. Comparativa entre THDi y THDv en barra de 13,2 kV

Comparativa con la reglamentación vigente

Los límites establecidos por la resolución del ENRE 0184/2000, resultan los mismos para todas las tensiones menores a 66 [kV] y para los órdenes menores al 25. Estos límites no son superados en ningún escenario en la barra de 13,2 [kV]. Estos datos se muestran en la Figura 6.

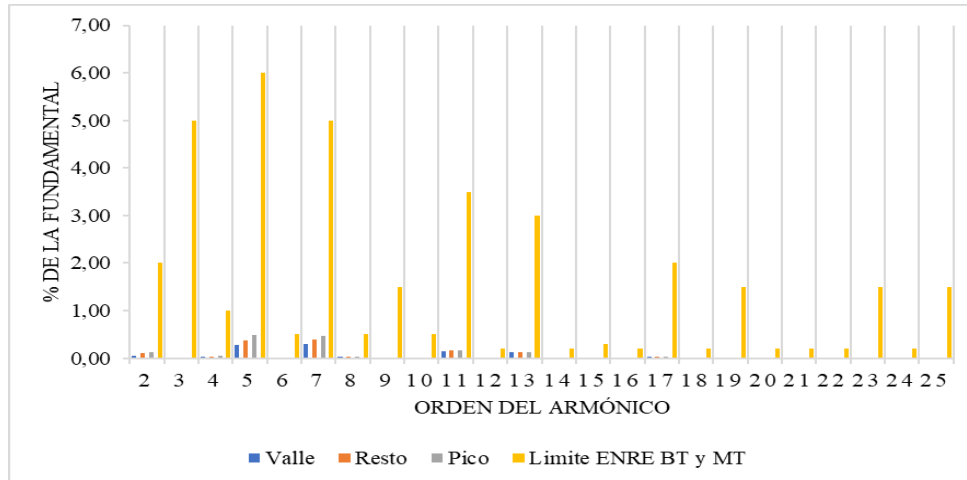


Figura 6. Comparativa de componentes armónicos con normativa ENRE en barra 13,2 kV

Conclusiones

Como se puede apreciar, el THDi en baja tensión resulta mayor que en media tensión. Estos niveles de mitigación en BT se consiguen por la conexión estrella-delta del transformador. Esto hace que los armónicos homopolares (3, 6, 9, 12, 3n...) no estén presentes en el devanado de media tensión, ya que se encuentra conectado en triángulo. Por otra parte, se ha detectado niveles de THDv cercanos a los límites establecidos, como ha sido el caso del armónico de orden 15 en una de las barras de 13,2 kV de una SETA. En los distintos escenarios simulados, se observa que, al aumentar el nivel de carga en el sistema, la magnitud de THDi disminuye aproximadamente un 1 %, desde el escenario de valle al de pico. En contraposición, aumenta el THDv desde un valor mínimo de 0,45 % en el valle, hasta un valor máximo de 0,75 % en el escenario pico. Esto es debido al aumento de magnitud de corriente total, que ocasionan aumentos importantes de caídas de tensión, las cuales son magnificadas dado que los armónicos se refieren en términos porcentuales de la fundamental. Las magnitudes en las barras de la ER resultan aceptables cumpliendo con la normativa.

Referencias

- Lemieux, G. (2010) "Power System Harmonic Resonance - A Documented Case", IEEE Transactions on Industry Applications, pp: 483-488.
- Anwar, S., Elrayyah A., Sozer, Y. (2015). "Efficient Single-Phase Harmonics Elimination Method for Microgrid Operations", IEEE Transactions on Industry Applications, pp: 3394-3403.
- Arrillaga, J. and Watson, N.R. (2003). "Power System Harmonics", Second Edition, John Wiley and Sons Ltd, USA.
- Ledesma, N. (2019). "Propuesta de técnicas de gestión de la demanda en usuarios residenciales y análisis de su impacto técnico en una red de distribución primaria de 13,2 kV". Tesis final de grado para recibir el título de ingeniero electricista. UTN, Facultad Regional Santa Fe.
- Ente Nacional Regulador de la Energía (ENRE). (2000). "Resolución 184/2000: Base Metodológica para el Control de la Calidad del Producto Técnico. Etapa 2".
- Manassero, U.; Zóttico, A.; Ponti, F.; Fernández, J. P.; Steinmann, I. "Monitoreo y Análisis de Armónicos de Corriente en Cargas Eléctricas Residenciales". Jornadas de Ciencia y Tecnología, UTN San Francisco.

Caracterización de armónicos de corriente en cargas de uso final de instalaciones residenciales.

Current Harmonics Characterization in End-Use Loads of Residential Facilities

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Ulises Manassero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
ulisesmanssero@hotmail.com

Andrés Zóttico

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
andres_pgz@hotmail.com

Facundo Ponti

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
facuponti261@gmail.com

Juan Pedro Fernández

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
jpfernan@frsf.utn.edu.ar

Irene Steinmann

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
isteinmann@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Los avances tecnológicos de los últimos años han dado lugar a la inserción de nuevos aparatos eléctricos y electrónicos en las viviendas residenciales. El uso de computadoras, televisores, rectificadores, lámparas fluorescentes, microondas, etc. han originado efectos indeseados en las redes eléctricas. Estas cargas acusan una distorsión armónica de la onda de corriente alterna por tener una impedancia no lineal, esto conlleva a efectos indeseados como sobrecalentamiento de los conductores, aumento de las pérdidas eléctricas, resonancia, interferencias, etc. En este trabajo, se realizaron mediciones de calidad de energía con el fin de analizar el impacto de estas cargas alinéales en una vivienda residencial y con las mediciones obtenidas se analizaron los siguientes parámetros: Tasa de distorsión armónica de corriente, Factor de potencia, magnitudes y ángulos de fase de las corrientes armónicas. Los resultados obtenidos verificaron los efectos que producen las cargas alinéales en la instalación eléctrica.

Palabras clave: viviendas residenciales, distorsión armónica, calidad de energía.

Abstract

Technological advances in recent years have given rise to the insertion of new electrical and electronic devices in residential dwellings. The use of computers, televisions, rectifiers, fluorescent lamps, microwaves, etc. have caused undesired effects in the electrical network. These loads show a harmonic distortion of the alternating current wave due to their aligned impedance, which leads to undesired effects such as an increase in the conductor's temperature and electrical losses, resonance, interference, etc. In this work, power quality measurements were carried out in order to analyze the impact of these aligned loads in a residential house and with the measurements obtained, the following parameters were analyzed: harmonic current distortion rate, power factor, magnitudes and phase angles of the harmonic currents. The results obtained verified the effects produced by the non-linear loads on the electrical installation.

Keywords: residential dwellings, harmonic distortion, power quality.

Introducción

La distorsión armónica se ha estudiado principalmente en instalaciones industriales y sistemas de distribución (Elbasuony et al, 2018). Por el contrario, pocos estudios abarcan las instalaciones residenciales. En este sentido, la calidad de energía resulta de la combinación de varios factores en el sistema eléctrico. En general, la electricidad se produce, transmite y distribuye con un alto nivel de calidad a través de los sistemas de corriente alterna. Sin embargo, la proliferación de aparatos electrónicos modernos, que introducen importantes componentes armónicos en las formas de onda de corriente y tensión, junto con el uso de electrodomésticos de baja eficiencia, ha dado lugar a sistemas energéticos de baja calidad en las instalaciones residenciales (Ramírez et al, 2019). La distorsión armónica total excesiva y los factores de potencia bajos están ganando relevancia y es probable que las tarifas se modifiquen pronto para incluir los costos de la energía desperdiciada en las facturas a los usuarios finales (Ahmad et al, 2019). En los últimos años la inserción masiva de cargas electrónicas con fuente conmutadas ha incrementado el nivel de armónicos significativamente, siendo este tipo de cargas muy frecuente en la mayoría de las viviendas residenciales (Pomilio y Deckmann, 2005). Se destacan computadoras, televisores LED, rectificadores, lámparas LED, etc. A pesar de las actividades y resultados obtenidos en los estudios de distorsión armónica en instalaciones residenciales, la comunidad científica tiene algunas dudas sobre la gravedad del problema, ya que no hay datos de campo sistemáticos para confirmar o desaprobar las afirmaciones. Muchos creen que los armónicos de varios electrodomésticos pueden cancelarse en gran medida entre sí. Otros creen que los electrodomésticos basados en conmutación PWM de nueva generación tienen contribuciones insignificantes a los armónicos. Los hallazgos más recientes de los datos de campo se informan en (Meyer et al, 2016) (Kütt et al, 2014). Ambos artículos muestran un alto nivel de distorsiones armónicas en los sistemas residenciales europeos de BT. Pero faltan los resultados del alimentador de distribución de MT.

En este contexto, a los fines de analizar el impacto de las cargas de uso final en las instalaciones eléctricas, en este trabajo, los autores realizaron mediciones de calidad de energía con el fin de caracterizar estas cargas no lineales para luego analizar mediante factores globales, la Tasa de distorsión armónica de corriente (THDi), el Factor de potencia (FP), el espectro armónico y los ángulos de fase de las corrientes armónicas, entre otras variables.

Desarrollo

Las mediciones de armónicos en las cargas eléctricas de uso final en instalaciones eléctricas se efectuaron con un analizador de redes marca Dranetz, modelo 440s. El mismo está diseñado para satisfacer las normativas IEEE 1159 y IEC 61000-4-30 Clase A respecto a los requisitos de precisión y medición estándar.

La toma de datos corresponde a una medición mayor a 5 minutos donde la carga alcanza una potencia cercana a la nominal en un intervalo estable. En este caso, la medición se efectúa por captura de forma de onda de corriente post-disparo, donde la información resultante deviene del promedio de datos de 10 ciclos de la onda registrada.

El procesamiento de datos del equipo provee, a través de estas mediciones, valores de magnitudes del espectro armónico, los ángulos de fase de cada armónica, un diagrama de tendencia de potencia, la forma de onda de corriente en cada punto, la variación del valor eficaz de corriente y valores de tensión eficaz. En la fig. 1 se detalla la metodología empleada. La medición de armónicos en cada carga comprende el registro de la magnitud y fase de cada corriente armónica.

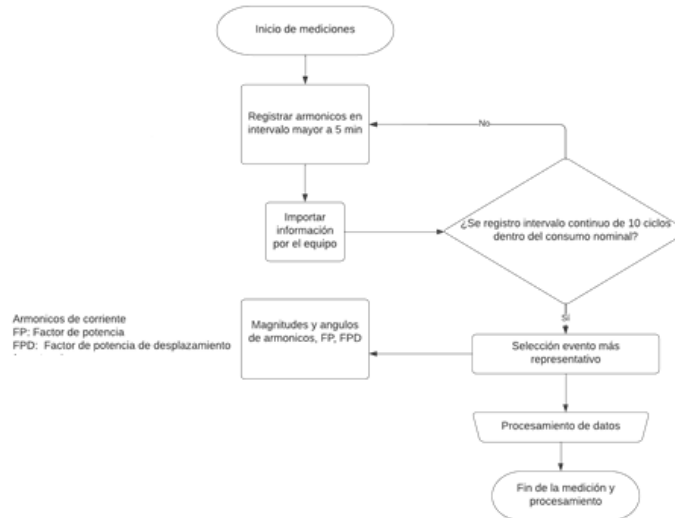


Fig. 1 Flujograma de la metodología aplicada en la medición y procesamiento de datos

Para el estudio de caracterización armónica de cada carga se registraron, además, las variables que se detallan a continuación:

Tasa de distorsión armónica de corriente (THDi): Es la distorsión armónica total de la forma de onda de intensidad. El cálculo se basa en la proporción del contenido de armónicos RMS frente al valor RMS del valor fundamental. Se calcula con la fórmula (1).

$$THDi = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n}}{I_1} [\%] \quad (1)$$

Donde I_n es la corriente eficaz de cada armónica e I_1 es la corriente de la componente fundamental.

Factor de potencia de desplazamiento (FPD): Es la relación entre la potencia activa y potencia aparente, evaluando de forma separada el flujo de potencia en su condición fundamental. Se define con la ecuación (2).

$$FPD = \cos \varphi_1 = \frac{P_1}{S_1} \quad (2)$$

Donde P_1 y S_1 corresponden a la potencia activa y la potencia aparente de la componente fundamental, respectivamente.

Factor de potencia: Se define para condiciones de estado estacionario, una potencia activa y una potencia aparente instantánea periódica no sinusoidal con dos componentes, las componentes de frecuencia fundamental (P_1 e S_1) y la potencia armónica (P_H e S_H). El factor se define mediante la ecuación (3)

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P_1 + P_H}{\sqrt{S_1^2 + S_H^2}} \quad (3)$$

Donde P_H corresponde a la potencia activa armónica y S_H a la potencia aparente armónica.

En la elección de cargas a analizar se consideraron prácticamente todas las cargas eléctricas de uso final que se utilizan en una vivienda promedio. Las cargas de uso final medidas fueron las siguientes: impresora, aire acondicionado *inverter*, notebook, computadora de escritorio, heladera, ventilador, equipo de música, cargador de celular, licuadora, televisor LED, lavarropas, microondas, lámpara led 1, lámpara led 2, calventor.

Resultados

Demanda de potencia, forma de onda de las cargas y espectro armónico

En base al conjunto de cargas eléctricas de uso final relevadas, se destaca que aquellas que mayor distorsión ocasionan en la onda sinusoidal corresponde a cargas de tipo electrónicas que poseen fuentes de alimentación conmutadas, las cuales utilizan técnicas de conversión de CC a CC para lograr una salida de CC uniforme. En este sentido en la Fig. 2 se muestra las formas de onda obtenidas en una computadora de escritorio. En este tipo de cargas, debido a que no hay una gran inductancia del lado de CA, la corriente de entrada a la fuente de alimentación llega en pulsos muy cortos a medida que el capacitor recupera su carga en cada medio ciclo. Una característica distintiva de las fuentes de alimentación conmutadas es su contenido de tercer armónico muy alto en la corriente.

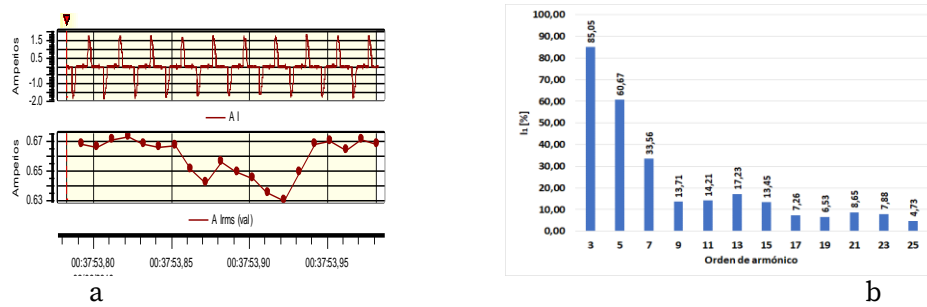


Fig. 2 Distorsión armónica de una computadora de escritorio: a) Forma de onda, b) Espectro armónico de corriente

Otro tipo de carga que se analizó fue el caso de un microondas que utiliza un magnetrón de cavidad resonante para elevar la tensión y desarrollar una onda electromagnética de alta frecuencia. Se observa en la Fig. 3 una forma de onda levemente deformada, caracterizada por la conformación de un segundo pico en cada semiperíodo.

Respecto a cargas de tipo motrices, en la Fig. 4, se muestra la forma de onda prácticamente sinusoidal obtenida en una heladera. Los motores eléctricos presentan un circuito electromagnético convencional de tipo RL, y si están contruidos de forma simétrica y con las técnicas de atenuación adecuadas de los armónicos espaciales, no constituyen una fuente de distorsión de la corriente.

En la Fig. 2, se muestra el espectro de frecuencias correspondiente a la computadora de escritorio. Se destaca que los armónicos de orden 3, 5 y 7 son los de mayor amplitud. La armónica con mayor amplitud es la de orden 3, cuyo valor medio resultó de 85,05 %f. Esta armónica posee secuencia homopolar y se relaciona de forma directa con la corriente en el conductor neutro de los sistemas trifásicos. La Fig. 3 se muestra el espectro de frecuencias de un microondas donde la armónica de mayor amplitud también corresponde a la de orden 3, con respecto a la carga con fuente conmutada (computadora de escritorio) presenta una amplitud de 50,82 %. En la Fig. 4 se muestra el espectro de frecuencias correspondiente a la heladera, la mayor amplitud corresponde a la armónica de orden 3, con respecto a la carga con fuente conmutada (computadora de escritorio) presenta 13,19% menor en amplitud.

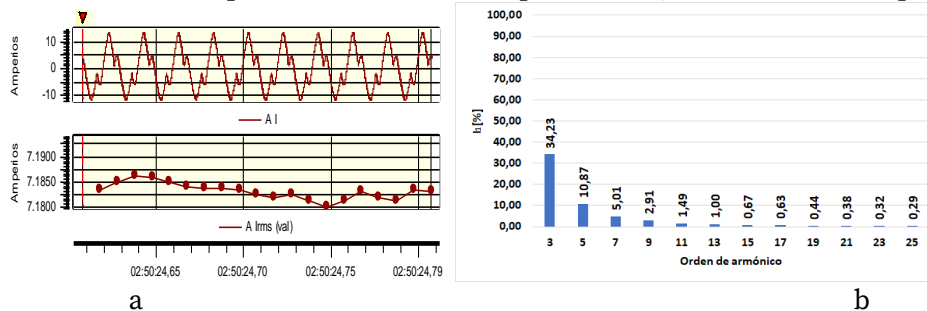


Fig. 3 Distorsión armónica de un microondas: a) Forma de onda, b) Espectro armónico de corriente

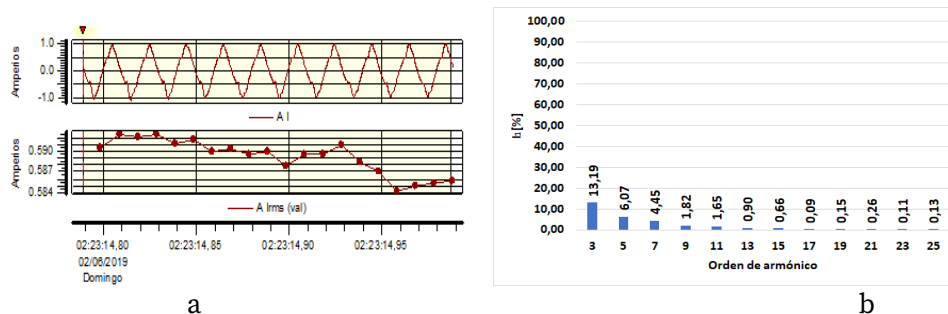


Fig. 4 Distorsión armónica de una heladera: a) Forma de onda, b) Espectro armónico de corriente

Niveles globales de THD de corriente

En la Fig. 5 se representa la medición de THDi para cada carga medida. Se destaca el microondas que posee la mayor THDi, debido a que tiene el mayor consumo de corriente con respecto a las otras cargas. El THDi del aire acondicionado *inverter* tiene un valor cercano al de la heladera, siendo que el aire es una carga de fuente conmutada y la heladera una carga motriz. Por otra parte, el lavarropas tiene un THDi alto con respecto a las fuentes conmutadas

siendo una fuente motriz. Esto puede ser debido a que en algunos países las cargas con fuentes conmutadas de potencia mayor a 50 W poseen corrección de FP, y esto provoca que se deforme más la onda del lavarropas que la del aire acondicionado.

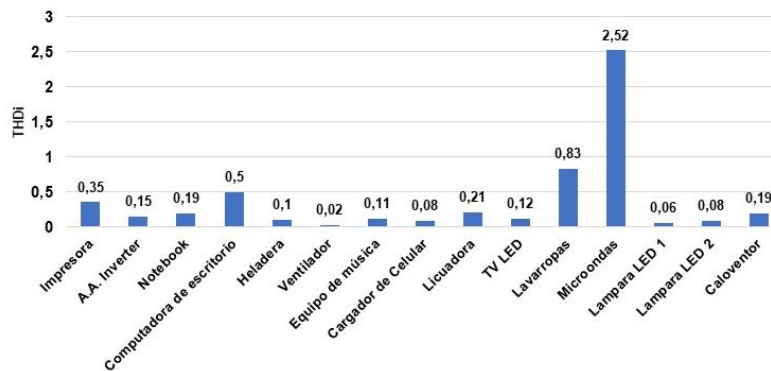


Fig. 5 THDi de las cargas de uso final medidas

Niveles globales Factor de potencia y Factor de potencia de desplazamiento

En la Fig. 6 se muestran los resultados de mediciones correspondientes al FP y el FPD. En las cargas con fuentes conmutadas (notebook, televisor LED, lámparas LED, cargador de celular, computadora de escritorio, etc.) se obtuvo un FP lejano a 1. En las cargas con fuentes motrices (heladera, ventilador, caloventor) se obtuvo un FP cercano a 1. Con respecto al aire acondicionado *inverter* es una fuente conmutada y presenta un FP cercano a 1, esto puede ser debido a que en algunos países es reglamentario que las cargas con fuentes conmutadas de potencia mayor a 50 W poseen corrección de FP. El lavarropas a pesar de ser una carga motriz presentó un FP lejano a 1. El FPD de la mayoría de las cargas es cercano al valor 1 excepto el que corresponde al lavarropas.

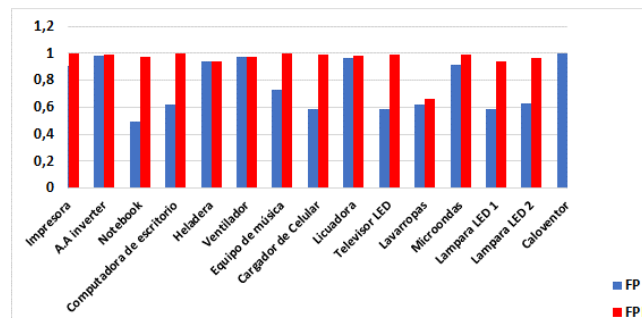


Fig. 6 Factor de potencia y Factor de potencia de desplazamiento

Análisis de las magnitudes y ángulos de fase de las corrientes armónicas:

En la Fig. 7 se muestra con diagramas polares y de forma individualizada la amplitud y ángulo de fase para las armónicas de corriente de todas las cargas medidas. Se observa que las armónicas con amplitudes más relevantes en la corriente (en general, las de orden 3, 5, 7) se ubican en la misma zona del diagrama polar. A medida que se consideran armónicas de mayor orden (y menor amplitud) la variabilidad en los ángulos de fase se incrementa. Esto se observa principalmente para las armónicas de orden 13 en adelante. Resulta esperable la compensación de armónicas de alta frecuencia (en general, orden >13), que a su vez poseen amplitudes relativamente bajas. En otras palabras, la conexión masiva de estas cargas en la red puede contribuir a auto-cancelar la presencia de sus armónicas de alta frecuencia, pero no a las armónicas de baja frecuencia (orden 3, 5, 7), dado que su ángulo de fase es similar, estas se adicionan entre sí de forma casi aritmética.

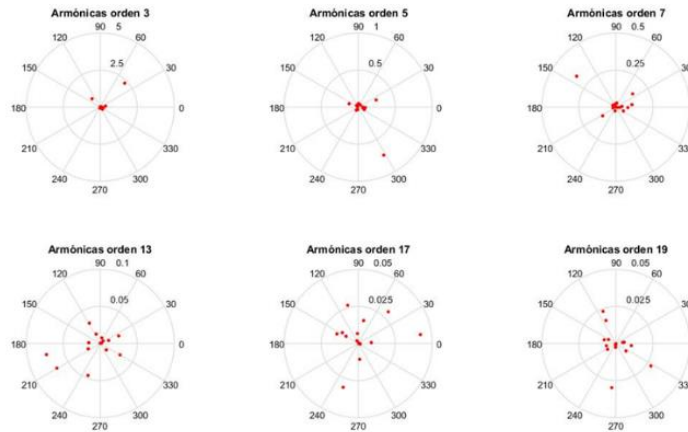


Fig. 7 Amplitud y fase de las armónicas de corriente para el conjunto de cargas medidas

Conclusiones

En el trabajo se identifica que las cargas no lineales con diferente tecnología pueden afectar en distinto modo a la onda de corriente. Se destaca como cargas más perjudiciales para la red las que poseen fuente conmutada.

Los armónicos que más prevalecieron fueron los impares de órdenes bajos, tales como el 3, 5, 7 y 9. Destacando, además, que los mismos no presentan un efecto de auto cancelación para el conjunto de cargas evaluadas, pues los ángulos de fase resultan similares para órdenes de armónicos de diferentes cargas. En efecto, se destaca que las componentes de corriente del tercer armónico retornan por el neutro en un sistema trifásico, por lo cual la aplicación cada vez mayor de fuentes de alimentación conmutadas puede contribuir a una potencial sobrecarga de los conductores neutros. En lo que refiere a la red de distribución, la inyección a la red de estos componentes armónicos, por parte de usuarios residenciales, puede contribuir al fenómeno de desclasificación en los transformadores de distribución, ocasionando sobrecalentamientos y pérdida de eficiencia en los mismos.

Referencias

- Ahmad, A., Kashif, S.A.R., Saqib, M.A., Ashraf, A., Shami, U.T. (2019). Tariff for reactive energy consumption in household appliances, *Energy*, vol. 186, article 115818.
- Elbasuony, G.S., Abdel-Aleem, S.H.E., Ibrahim, A.M., Sharaf, A.M. (2018). A unified index for power quality evaluation in distributed generation systems, *Energy*, vol. 149, pp. 607-622.
- Kütt, L., Saarijärvi, E., Lehtonen, M., Mölder, H., Vinnal, T. (2014). Harmonic load of residential distribution network – case study monitoring results. *Electric Power Quality and Supply Reliability Conference, Rakvere*, pp. 93-98, 11-13.
- Meyer, J., Castaneda, A. B., Domagk, M., Schegner, P. (2016). Assessment of prevailing harmonic current emission in public low voltage networks. *IEEE Trans. on Power Delivery*.
- Pomilio, J. A., Deckmann, S. M. (2005). Characterization and compensation for harmonics and reactive power of residential and commercial loads. *Anais do 8º Congresso Brasileiro de Eletrônica de Potência, COBEP 2005, Recife*, 14-17.
- Ramirez-Ramirez, A., Jimenez-Reyes, V. F., Velez-Enriquez, J. A., Leal-Ortiz, S., & Garcia-Guzman, J. (2019). Study of harmonic content and influence of common electrical appliances used in residential installations. *2019 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)*. doi:10.1109/icev.2019.8920620

Plataforma Para el Acceso de Personas Obesas y/o con Discapacidad a una Pileta de Natación

Platform for the Access to a Swimming Pool of Obese and/or Disable People

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Rodolfo Eduardo Neira

UTN Facultad Regional San Francisco
rodolfoneira8@gmail.com

Nicolás Lescano

UTN Facultad Regional San Francisco
Nicolesca_92@hotmail.com

Rodolfo Eduardo Neira (h)

UTN Facultad Regional San Francisco
neirarodolfo@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño de una plataforma automatizada para ingreso y egreso a una pileta de natación destinada a personas con discapacidad motora y/o con obesidad. Se utilizarán estructuras tubulares metálicas con recubrimiento adecuado, policarbonatos, ordenadores y software de diseño paramétrico y simulaciones, protecciones contra riesgos eléctricos. Este dispositivo brindará una herramienta que mejorará la integración social de las personas con estas características. Se ha demostrado que esta tecnología favorecerá su inclusión en el medio familiar cercano, como así también en actividades lúdicas y, afianzará su desarrollo psicológico y emocional. A la vez, permitirá disminuir los trastornos biomecánicos del personal afectado en el proceso de recuperación. Los conocimientos obtenidos permitirán diseñar ambientes más inclusivos, accesibles a la sociedad toda y, útiles para las instituciones que tratan esta problemática.

Palabras clave: Discapacidad, Obesidad, Persona, Pileta de Natación, Plataforma Automatizada

Abstract

This paper presents the design of an automated platform for entry and exit to a swimming pool for people with motor disabilities and/or obesity. Metallic tubular structures with adequate coating, polycarbonates, computers and parametric design software and simulations, protections against electrical risks will be used. This device will provide a tool that will improve the social integration of people with these characteristics. It has been shown that this technology will favor their inclusion in the close family environment, as well as in recreational activities and will strengthen their psychological and emotional development. At the same time, it will reduce the biomechanical disorders of the personnel affected in the recovery process. The knowledge obtained will allow the design of more inclusive environments, accessible to society as a whole and useful for the institutions that deal with this problem.

Keywords: Disability, Obesity, Person, Swimming Pool, Automated Platform

Introducción

El eje movilizador de este artículo es buscar una solución a un problema social como es la falta de equipamiento necesario para el ingreso y egreso a una pileta de natación de personas con discapacidad motora o con obesidad.

La discapacidad forma parte de la condición humana: Posiblemente las personas sufrirán algún tipo de discapacidad temporal o permanente en algún momento de su vida y, en la senilidad experimentarán dificultades en su movilidad. La discapacidad es compleja y, las intervenciones para superar las desventajas asociadas a ellas son múltiples, sistemáticas y varían según el contexto.

La discapacidad es un problema de salud pública, se estima que a nivel mundial cerca de mil millones de personas viven en esta condición. Se prevé que en un futuro la discapacidad será motivo de preocupación aún mayor, pues las cifras de prevalencia están en aumento. (WHO, 2016)

El concepto de discapacidad en el tiempo ha sufrido grandes cambios, debido a la evolución en la fundamentación teórica de los modelos explicativos y conceptuales de esta condición.

La transformación del concepto de discapacidad se acompañó también del desarrollo de algunos modelos conceptuales, como los propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) Clasificación Internacional de la Deficiencia, la Discapacidad y la Minusvalía (CIDDM-1) y, Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y los Estados de Salud (CIF). Este último toma gran importancia ya que considera el ambiente o contexto como un determinante de la condición de salud de las personas. (WHO, 1994) (WHO, 2002)

La obesidad y el sobrepeso son graves problemas que suponen una creciente carga económica sobre los recursos nacionales. Representa además una carga económica para los presupuestos destinados a la salud, por sus elevados costos asociados tanto directos como indirectos, afortunadamente el exceso de peso se puede prevenir en gran medida si se introducen los cambios adecuados en el estilo de vida.

Si bien el sobrepeso y la obesidad eran considerados un problema propio de los países de ingresos altos, actualmente ambos trastornos están también aumentados en los países de ingresos bajos y medianos, en particular en las zonas urbanas. (OMS, 2014)

Pocas enfermedades crónicas han avanzado en forma tan alarmante en la mayoría de los países durante las últimas décadas como ha ocurrido con la obesidad, motivo de preocupación para las autoridades de los sistemas de salud debido a las graves consecuencias físicas, psíquicas y sociales.

Respecto de la actividad física y la recreación, esta es entendida como "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía". La participación en las actividades de ocio y recreación, según la CIF, se define como "la posibilidad de involucrarse en cualquier tipo de juego, actividad recreativa o de ocio, incluyendo los deportes, los juegos, las actividades artísticas y culturales, las manualidades, los hobbies y el turismo". (OMS, 2016)

Es por esto que surge la necesidad de incorporar tecnologías que permitan lograr un avance sustancial en la integración social de dichas personas, que en su evolución diaria conllevan secuelas tales como depresión, aislamiento, frustración, entre otras, afectando a su entorno familiar, directo e indirecto.

A nivel neurofisiológico, el sistema nervioso humano, tiene programado secuencias motoras de movimiento y un programa de coordinación postural, que son los ajustes en los distintos grupos musculares con el fin de facilitar la ejecución. Ayudan en la planificación y en la intencionalidad del movimiento. (Cardinali, 1995) (Bobath, 1973)

El alcanzar la posibilidad de poder ingresar y egresar a una pileta de natación, permite que en este proceso de inserción social, inicie en la persona una nueva posibilidad de superación, estimula su participación en actividades de recreación y repercute vigorosamente sobre el entorno familiar.

En primer lugar, el solo hecho de participar es un indicador de satisfacción, en cuanto significa un romper la rutina, que se va transformando progresivamente en un "yo soy capaz" por parte de las personas afectadas.

La visibilidad de la población con discapacidad, como ocupar espacios ajenos a sus propios hogares, la posibilidad de mostrarse y compartir con otros, son situaciones que confluyen como medios de integración, en donde se generan espacios para reconocer y aceptar la diferencia.

Numerosos estudios a nivel internacional dan cuenta de los beneficios que brindan a las personas con ciertas discapacidades, contar con la infraestructura adecuada para su correcta inserción en la sociedad.

En Estados Unidos, se llevaron a cabo estudios cualitativos, donde se buscó identificar las barreras y facilitadores asociados con la participación en programas de acondicionamiento físico y recreación. Los hallazgos mostraron que la participación de las personas con discapacidad física, en este tipo de actividades, está influenciada por un conjunto de barreras tales como: los altos costos de los programas, la falta de vías de acceso, de políticas específicas y apoyo de amigos y familiares, las actitudes negativas de otras personas, el miedo a lo desconocido y la falta de equipos adecuados para el manejo de las personas con discapacidad física en los centros de acondicionamiento físico. (Rimmer et al, 2000) (Rimmer et al, 2004)

Se analizaron la influencia de algunos factores personales y ambientales sobre la participación en actividades de ocio en 234 jóvenes y adultos en situación de discapacidad física en España. Los resultados del estudio indican que la participación en actividades de ocio está mayormente relacionada con los factores personales y las barreras ambientales, que con los factores relacionados con la discapacidad (por ejemplo, tipo, nivel y grado de discapacidad). Además, al considerar los diferentes tipos de actividades de ocio (en el hogar, sociales y físicas) por separado, se encontró que, la participación en actividades de ocio en el hogar se explica de igual forma por factores personales y ambientales; mientras que, en el caso de las actividades sociales y físicas, las barreras ambientales muestran un mayor impacto en el grado de participación en comparación con los factores personales. (Badía et al, 2011)

En nuestro país el interés de los estados nacionales, provinciales y municipales ya no está centrado en la atención exclusiva de la persona con discapacidad, sino que es abordado de una manera más integral, donde se incluyen al personal de ciencias médicas y terapeutas, como así también a personas del ámbito educativo, como pueden ser los profesores de educación física.

Esta problemática trae aparejada una mayor responsabilidad en el área de la salud y también en el área de la recreación, para dotar a los servicios respectivos de los medios tecnológicos adecuados y la correspondiente capacitación humana.

Como contrapartida, para hacer frente a esta nueva necesidad técnica y tecnológica, se deberá estudiar y relacionar nuevos materiales, realizar una profunda sistematización de la producción, lo que redundará en mejores productos, costos más accesibles y más competitivos.

Desarrollo

Al trabajar con personas que necesitan recuperar la integración social, se optó por recurrir a un elemento comúnmente utilizado en las piletas de natación, como es la escalera sumergida en un tramo. Estas son utilizadas para el ingreso y egreso a la misma con muchas limitaciones. Para ayudar al personal afectado, y lograr que a las piletas puedan acceder personas con dificultades como ser la discapacidad motora o la obesidad, se diseñó una plataforma especial con una base en estructura tubular soldada en acero inoxidable, pero en virtud de los costos alcanzados por este material y después de un exhaustivo análisis de materiales sustitutos, se definió utilizar acero de calidad SAE 1010 pintado con pintura tipo epoxi, para cumplir con las rigurosas normas aplicadas a estos elementos. Dicha base se sustenta sobre elementos rodantes que se deslizan sobre guías de una estructura portante que está provista de frenos de emergencia.

Tanto la plataforma como la estructura portante, cuentan con materiales que soportan los ambientes agresivos como es la presencia del gas cloro presente en los natatorios. Para el análisis de tensiones soportadas por la estructura, se utilizó un software de diseño paramétrico y simulación como SolidWorks, que permite visualizar las zonas de mayor exigencia en la estructura y así poder reforzar la misma, teniendo en cuenta la posición más desfavorable (sumergida en la pileta en su punto máximo y con la silla de ruedas y la persona sentada en la misma, con su correspondiente acompañante). Con el objeto de visualizar el conjunto se presenta una vista lateral:

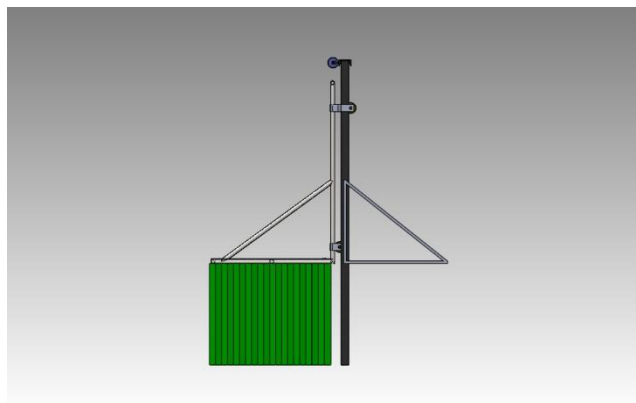


Figura. 1: Vista lateral de la plataforma para ingreso y egreso a pileta de natación

De acuerdo con el dimensionamiento de la plataforma:

1. La armadura se realizará de tubo sin costura Sch 80 con las siguientes dimensiones: diámetro exterior = 38.1; espesor = 3,2.
2. Las guías se realizaron con el perfil normalizado U UPN 120.
3. Travesaño donde se fijará el elemento para elevar (malacate) es del perfil IPN 80 x 80.
4. Las barandas se realizaron de caño estructural cuadrado de 25x25x2.

La estructura está construida en una base tubular metálica y sujeta a la estructura portante por elementos rodantes que posibilitan el movimiento vertical de la misma. Tiene incorporados elementos accesorios para fijar la silla de ruedas a la base y las barandas correspondientes para evitar el desplazamiento lateral.

A los fines de disminuir el peso de la plataforma a sumergirse en la pileta de natación y, después de analizar varios materiales, se utilizó un material liviano, resistente y durable como el acrílico, al que se le colocaron perforaciones uniformemente distribuidas en la superficie del mismo (196 perforaciones de diámetro 30), cuyo fin fue el de disminuir la fuerza de empuje del agua cuando la plataforma desciende y también disminuir el esfuerzo a la hora de la salida de la plataforma del agua. Para observar el conjunto se presenta la siguiente figura con el correspondiente despiece:

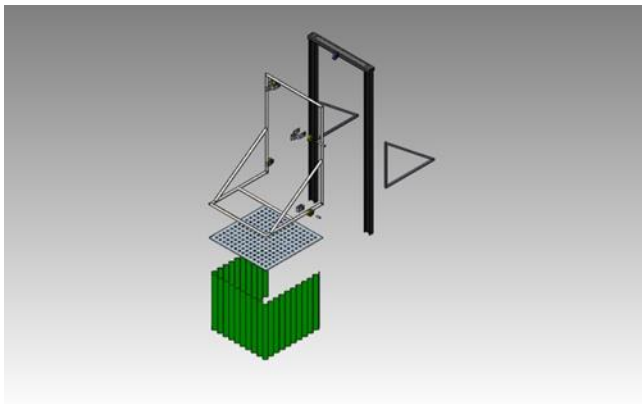


Figura. 2: Despiece de la plataforma para ingreso y egreso a pileta de natación

La unión de la plataforma a la estructura portante se realizó mediante un dispositivo montado sobre ruedas deslizantes que permitió la elevación de la plataforma de una posición sumergida hasta la salida de la pileta y viceversa.

Para la elevación y descenso de la plataforma se colocó un dispositivo mecánico accionado por electricidad sujeto a la estructura portante, teniendo en cuenta el mínimo tiempo de mantenimiento. Se analizaron otras opciones de elevación (neumática, oleohidráulica), que fueron descartadas por el mantenimiento especial que requerían y su elevado costo inicial.

Con el objetivo de analizar el deterioro de los materiales sometidos a un ambiente muy corrosivo por la presencia del gas cloro, en un lugar cerrado y con temperaturas elevadas y presencia de vapor, se realizó un estudio durante un tiempo prolongado con agua provista por una institución recreativa de la ciudad de San Francisco, Provincia de Córdoba, arrojando resultados favorables y permitiendo así la construcción de la plataforma con los recaudos necesarios.

Para dicho estudio realizado en el Laboratorio de Química de la Facultad Regional San Francisco, se utilizó equipamiento especial disponible, el mismo es un baño termostático marca Viking, de 30 a 70 °C, regulador automático de temperatura, de 5 L de capacidad, donde se sumergieron todas las probetas normalizadas de los materiales a estudiar, durante 28 días de ensayo, teniendo en cuenta los tiempos de corrosión para el ensayo de nieblas salinas, según el cronograma que prevé la norma correspondiente, con controles semanales y el recambio del agua correspondiente, también se realizaron las pesadas necesarias para comprobar si se producían los deterioros buscados o, el material soportaba las exigentes condiciones de trabajo.

Además se controló el deterioro de los materiales no ferrosos como es el acrílico y los aros de goma, dando resultados favorables. En forma paralela se realizó el estudio de agua para determinar las propiedades presentes en la misma y, cómo estas pueden afectar a los materiales utilizados en la fabricación de la plataforma durante su utilización en condiciones reales. (Alpha et al, 1992) (Brennan et al, 1990)

Para el control del manejo de la elevación de la plataforma, se agregó una botonera que comanda el elemento elevador y, se tuvieron en cuenta todas las protecciones necesarias para el correcto accionamiento de estos dispositivos eléctricos. Dicha tarea la puede realizar sin dificultades la persona que acompaña a una persona en silla de ruedas, o bien la persona que ingresa a la plataforma y, así se logra la libertad de movimiento sin la presencia de personal de la institución.

Se diseñaron dos botoneras, una de ellas dentro de la plataforma y la otra fuera. Ambas cuentan con un botón de subida, uno de bajada y una parada de emergencia.

La persona puede ingresar por cuenta propia o acompañada, una vez dentro de la plataforma accionan un botón que es el que inicia el movimiento descendente, dicho movimiento finaliza cuando actúa el fin de carrera inferior. Una vez que la persona se encuentre dentro de la pileta, la plataforma puede ser llamada por la persona siguiente que desee ingresar, el movimiento ascendente finalizará cuando actúe el fin de carrera superior, dejando a la plataforma al ras del borde de la pileta para así facilitar el ingreso.

Este sistema se accionará mediante corriente continua en 24V. La transformación de corriente alterna a continua y de 220 a 24V se obtendrá mediante un conversor de alterna a continua tipo CTW 900 marca WEG. Se utilizarán protecciones contra sobrecargas como relé térmico y protección contra cortocircuito como fusibles NH, no contará con protección diferencial hacia la persona ya que la norma AEA 90364 establece que al trabajar con muy baja tensión de seguridad (MBTS), es decir 24V, se considera asegurada tanto contra los contactos directos como contra los contactos indirectos.

A los fines de evitar posibles accidentes a personas que se encuentran dentro de la pileta cuando la plataforma se sumerge, la misma cuenta en su parte inferior con un fuelle de tela especial y malla metálica.

Resultados

Mediante un estudio de los elementos existentes aplicados a mejorar la integración de las personas con discapacidad en procesos de recreación, se ha observado que los mismos son escasos, insuficientes y de un costo elevado, por su procedencia del exterior. El diseño de esta plataforma, ver Figura 3, es producto de un desarrollo local que traería importantes beneficios al aprovechar la capacidad técnica e intelectual presente y, permitiría su aplicación a nivel local, regional y nacional.

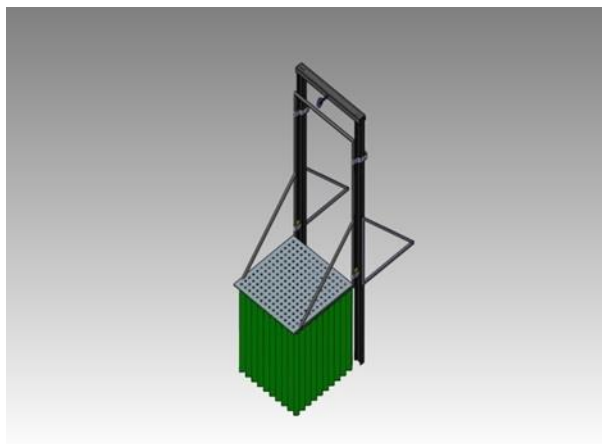


Figura. 3: Plataforma para ingreso y egreso a pileta de natación

La Facultad Regional San Francisco dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional está presente en temas tan sensibles para la sociedad como es la integración de las personas con alguna discapacidad y, mostrar todo el potencial de conocimiento técnico y tecnológico, y el desarrollo de productos, para mejorar la calidad de vida de las personas de la comunidad en la que se encuentra inserta.

Conclusiones

Ya no se discute la necesidad de trabajar en la integración de las personas con dificultades en las actividades de recreación, evitando las complicaciones que originan el aislamiento y el correspondiente esfuerzo familiar para paliar esta situación. La escasa integración social de las personas con estas problemáticas afecta en forma negativa a su entorno familiar y al personal auxiliar.

El diseño de la plataforma implica una evolución respecto de otros existentes en el mercado debido a que permitiría el manejo de la persona, de una manera simple y segura sin importar su talla o condición física. La sencillez del control eléctrico permite la utilización de la plataforma, por parte de todas las personas, logrando autonomía. Con la ayuda de esta plataforma la integración de personas con discapacidad motora o con obesidad se trata de un modo interdisciplinario, donde intervienen personas de otros ámbitos para mejorar su calidad de vida.

Referencias

World Health Organization (WHO) (2016). World report disability. [Internet]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789240685215_eng.pdf.

World Health Organization. International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps (1994). A Manual of Classification Relating to the Consequences of Disease. Geneva. [Internet] Disponible en: http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED408723&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED408723

World Health Organization (2002). ICF: International Classification of Functioning, disability and Health. Geneva. WHO.

Organización Mundial de la Salud (2014), Estadísticas Sanitarias Mundiales.

Organización Mundial de la Salud (2016), Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. [Internet]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/index.html>.

Cardinali, D. (1995). Manual de Neurofisiología. Cap. 10. Control de la Postura Equilibrio-Generación del Movimiento. UBA.

Bobath, B. (1973). Actividad postural refleja anormal causada por lesiones cerebrales. Cap. 5 Reacciones posturales Normales. Ed. Panamericana.

Rimmer, J.; Rubin, S., Braddock, D. (2000). Barriers to exercise in african american women with physical disabilities. Arch Phys Med Rehabil; 81: p.182-188.

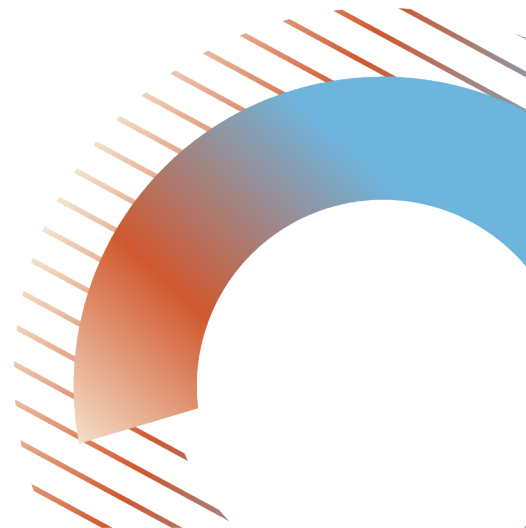
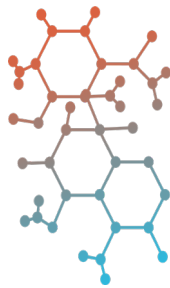
Rimmer, J.; Riley, B.; Wang, E.; Rauworth, A.; Jurkowski, J. (2004). Physical activity participation among persons with disabilities barriers and facilitators. Am J Prev Med. 26(5), p.419-425.

Badía, M.; Begoña, O.; Verdugo, M.; Ullán, A.; Martínez, M. (2011). Personal factors and perceived barriers to participation in leisure activities for young and adults with developmental disabilities. Res Dev Disabil. 32,2055-2063.

ALPHA, AWWA AND WPCF. (1992). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17^o Edición. Díaz de Santos, Madrid.

Brennan J.G.; Butters J. R.; Cowel N.D.; Lilly A. E. V. (1990). Las operaciones de la ingeniería química. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p. 356-358. N., et al. (2006), "Model traceability", IBM Systems Journal, vol. 45 (3), pp. 515-526.

Ingeniería Electrónica



Análisis de los niveles de exposición poblacional a campos electromagnéticos en la ciudad de San Francisco, Córdoba

Analysis of the levels of population exposure to electromagnetic fields in the city of San Francisco, Córdoba

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Jorge A. Bossio

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco - Departamento Ingeniería Electrónica
San Francisco, Córdoba, Argentina
bossioja@gmail.com

Sergio Felissia

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco - Departamento Ingeniería Electrónica
San Francisco, Córdoba, Argentina
sergiofelissia@gmail.com

Fabrizio Madonna

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco - Departamento Ingeniería Electrónica
San Francisco, Córdoba, Argentina
fabryrs3@gmail.com

Gastón Peretti

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco - Departamento Ingeniería Electrónica
San Francisco, Córdoba, Argentina
gastonperetti@gmail.com

Gastón Pautasso

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco - Departamento Ingeniería Electrónica
San Francisco, Córdoba, Argentina
gaston_paut@hotmail.com

Resumen

La gran proliferación de las tecnologías de comunicación inalámbrica en las últimas décadas ha devenido en la instalación de todo tipo de antenas transmisoras, como así también, en el control de éstas por parte del estado. En este documento se presentan, el método empleado y los resultados obtenidos de la medición de la totalidad de los sitios de telefonía celular instalados en la ciudad de San Francisco. El poder conocer y cuantificar estos valores, da respuesta a la preocupación pública acerca de los posibles efectos nocivos de las radiaciones no ionizantes (RNI) en la salud. Los resultados obtenidos se encuadraron en su totalidad dentro de los valores de referencia límite fijados reglamentariamente, de los cuales el más restrictivo se ubica en $0,2 \text{ mW/cm}^2$ de densidad de potencia.

Palabras clave: radiación no ionizante (RNI), medición, telefonía celular, exposición poblacional.

Abstract

The great proliferation of wireless communication technologies in recent decades has led to the installation of all types of transmitting antennas, as well as their control by the state. This document presents the method used and the results obtained from the measurement of all the cell phone sites installed in the city of San Francisco. Being able to know and quantify these values responds to public concern about the possible harmful effects of non-ionizing radiation (NIR) on health. The results obtained were completely within the limit reference values established by regulation, of which the most restrictive is located at 0.2 mW/cm^2 of power density.

Keywords: non-ionizing radiation (NIR), measurement, cell phones, population exposure.

Introducción

En épocas actuales, es impensado imaginar una sociedad que no esté conectada mediante algún sistema “inalámbrico”. Estos sistemas utilizan la propagación electromagnética para transmitir energía, de un punto a otro, a través del espacio. Tal es el caso de la radiodifusión AM, FM, estaciones de TV, telefonía fija inalámbrica, telefonía celular, enlaces de microondas y WiFi, entre otros. El continuo desarrollo tecnológico en las comunicaciones dio aumento de la densidad electromagnética presente en el ambiente, que algunos autores la llaman comúnmente “contaminación electromagnética” generando preocupación en la sociedad por los posibles riesgos adversos para la salud debido a los campos electromagnéticos de alta frecuencia.

En este trabajo, se efectuaron mediciones a los 15 sitios de telefonía celular instalados en distintas zonas de la ciudad de San Francisco, provincia de Córdoba, con el propósito de evaluar los niveles de densidad de potencia existentes alrededor de los mismos y determinar si cumplen con los valores fijados como seguros por las normativas vigentes tanto a nivel nacional como internacional.

Por los fenómenos físicos que pueden ocasionar las radiaciones, el espectro se encuentra dividido en dos regiones: la de radiaciones no-ionizantes, RNI y la de radiaciones ionizantes, RI. Las radiaciones ionizantes son ondas electromagnéticas de frecuencia extremadamente elevada (rayos X y gamma), que contienen energía fotónica suficiente para producir la Ionización (conversión de átomos de moléculas en iones con carga eléctrica positiva o negativa) mediante la ruptura de los enlaces atómicos, y afectar así el estado natural de los tejidos vivos. Por su parte, las RNI constituyen, en general, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es demasiado débil para romper enlaces atómicos, aun cuando sean de alta intensidad de potencia. Entre ellas cabe citar la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, los campos de radiofrecuencias y microondas. [1]

Hasta la actualidad, dentro de los límites recomendados por la OMS, no existen evidencias científicas que permitan afirmar fehacientemente que las RNI produzcan efectos adversos sobre la salud de la población. Por el momento, el único efecto comprobado, cuando se sobrepasan dichos límites, es el calentamiento de los tejidos, el cual desaparece un tiempo después de quitar la fuente de radiación, tal como ocurre con cualquier fuente de calor convencional. De todos modos, por el "principio o enfoque precautorio" distintos organismos gubernamentales han fijado niveles máximos de campo permitidos, basándose en las magnitudes propuestas por la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) [2]

El trabajo se desarrolla con rigurosidad metodológica, implementando procedimientos de medición de acuerdo a recomendaciones y normas de referencia.

Desarrollo

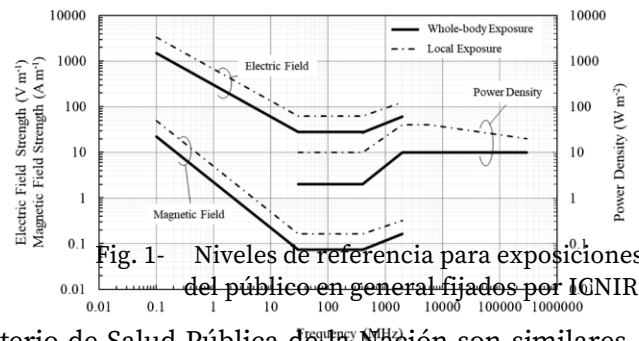
1. Análisis de normativas

Según lo expresado, las medidas obtenidas se comparan con las magnitudes de referencia para satisfacer los requerimientos normativos para el cuidado de la salud de la población. Corresponde entonces, hacer un análisis previo de las normas que rigen la actividad. A nivel nacional, la Resolución 530/2000 emitida por la Secretaría de Comunicaciones, adopta como norma los límites fijados por el Ministerio de Salud, Resolución 202/1995 [3] (tabla 1)

y dispone su aplicación obligatoria a todos los Sistemas y/o Servicios de Comunicaciones Radioeléctricos que irradian, en frecuencias comprendidas entre 100 kHz y 300 GHz. Asimismo, la Resolución 3690/2004 de la CNC [4] establece el Protocolo para la evaluación de las radiaciones no ionizantes. Los niveles y procedimientos se basan en la normativa internacional en la materia, tal como la ICNIRP (fig. 1); la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT, organismo especializado de las Naciones Unidas (ONU) para las TIC; el IEEE, la FCC y el ANATEL. A nivel provincial, la ley nro. 9055 obliga a toda antena para estaciones de base de telefonía celular a ser sometida a un control de emisión de energía radiada en forma periódica. A nivel municipal, la Ordenanza 4916/2001 solo impone exigencias de predicción de niveles para la autorización de instalación sin mencionar los controles posteriores.

Tabla 1- Límites de exposición poblacional a campos electromagnéticos de radiofrecuencia según Res. 202/1995

Región de frecuencias (MHz)	Intensidad del campo eléctrico RMS no perturbado (V/m)	Intensidad del campo magnético RMS no perturbado (A/m)	Densidad de potencia equivalente para onda plana (mW/cm ²)
0,3-3	275	0,73	20
3-30	$[3.764 (180/f^2)]^{1/2}$	$[0,03 (180/f^2)]^{1/2}$	$180/f^2$
30-400	27,5	0,073	0,2
400-2.000	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$f/2000$
2.000-300.000	61,35	0,16	1



Debido a que los límites máximos permitidos por el Ministerio de Salud Pública de la Nación son similares, o levemente más exigentes en algunas bandas importantes, como la de los 10 a los 400 MHz, podemos afirmar que la normativa vigente en nuestro país sobre la exposición poblacional a las ondas electromagnéticas o Radiaciones No Ionizantes (RNI), es análoga a la recomendada por los estándares internacionales.

2. Análisis de infraestructuras instaladas

Para el desarrollo del estudio, en primera instancia, se realizó un barrido de todo el ejido urbano para determinar las ubicaciones de las torres de comunicaciones existentes. Con estos datos, más los recolectados de organismos gubernamentales, se pudo armar un mapa de cobertura de las antenas irradiantes (fig. 2). Existen también otros montajes de estructuras de comunicaciones que por las características o potencia de irradiación no se tienen en cuenta, ya que los valores que aportan a la densidad electromagnética total es despreciable. Dentro de esta categoría se encuentran los enlaces de microondas punto a punto.



Fig. 2- Ubicación de antenas instaladas en la ciudad de San Francisco

Referencias

- Antenas telefonía celular
- Antenas radiodifusión FM
- Antenas radiodifusión AM
- Antenas TV abierta

Fuente: Google Earth

Los tipos de estructuras existentes son variadas, como ser: arriostradas, monopostes, en edificio, camufladas, autoportadas, en pedestales; algunas con más impacto visual que otras. Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran algunas

torres montadas en la ciudad. La altura promedio de torres es de 25 m. Los tipos de antenas predominantes son tipo sectorial 120° que conforman un diagrama omnidireccional.

Los criterios indicados para determinar si una instalación es normalmente conforme comprenden tres características fundamentales: la accesibilidad, la directividad de la antena y la frecuencia del campo radiado. Los sitios evaluados se encuadran dentro de las categorías B.1/K.52, B.4/K.52 y B.5/K.52 de la norma de referencia [5].



Fig. 3- Torre arriostrada
Fuente: propia (año 2022)



Fig. 4- Torre autosoportada



Fig. 5- Monoposte



Fig. 6- Camuflada

3. Método de medición e instrumental

La evaluación de las antenas se realiza según dos metodologías: predicción y medición. El método predictivo se utiliza para el caso de una antena única (sitio monoantena) y calcula matemáticamente hasta que distancia de la antena el valor de densidad electromagnética supera la Máxima Exposición Permitida (MEP). Si se cumple que la distancia desde la antena a todo punto accesible por el público es mayor que el valor calculado, no se requerirá verificar el sitio mediante mediciones. Para efectos de esta investigación, todos los sitios poseen más de una antena y no se dispone de los datos de potencia de transmisión o ganancia de elementos montados, por lo que no se cumplen los requerimientos para el uso del método y se debe proceder a efectuar las mediciones de campo.

Las mediciones se realizan en la región del campo lejano, donde el campo predominante es del tipo onda plana, es decir, distribución localmente uniforme de la intensidad de campo eléctrico y de la intensidad de campo magnético en planos transversales a la dirección de propagación. Además, para una onda plana, la densidad de potencia está relacionada con el campo eléctrico (E) y el magnético (H) por la impedancia del espacio libre ($Z_0 = 377 \Omega$) (ecuación 1), por lo que midiendo una sola de las variables, podemos conocer las demás. La magnitud evaluada en nuestro estudio es intensidad de campo eléctrico, E, en voltios/metro [V/m].

$$S = \frac{E^2}{Z_0} = H^2 * Z_0 \quad \text{ecuación (1)}$$

El campo lejano comienza a partir de una distancia de la antena dada por el valor que resulte mayor entre 3λ y $2D^2/\lambda$, siendo λ la longitud de onda y D la mayor dimensión de la antena. Considerando la frecuencia de trabajo más baja del sistema de telefonía celular, 750 MHz, las mediciones deben realizarse a distancias mayores a los 7 metros de los sistemas irradiantes, distancia ampliamente superada en todos los puntos de medición elegidos.

El tipo de medición realizado es de inmisión, donde el campo electromagnético obtenido es la suma del aporte de múltiples fuentes de radiofrecuencia, que operan a distintas frecuencias. Se adopta este tipo de medición ya que las personas están expuestas simultáneamente a muchas fuentes de radiación.

En este proyecto se emplea un medidor de intensidad de campo de banda ancha (DC a 60 GHz) de la marca Wavecontrol, modelo SMP2 (fig. 7). Este medidor ofrece, entre sus muchas funciones, moderna tecnología y buenas herramientas de generación de informes. La sonda utilizada es el modelo WPF8 con ancho de banda de 100 KHz a 8 GHz. Es una sonda isotrópica de campo eléctrico, que consiste en una sonda triaxial con los sensores de cada eje ubicados de forma ortogonal, esta geometría permite medir el campo electromagnético total sin necesidad de mover la sonda para cubrir todas las direcciones y la polarización del emisor. Todo el conjunto, medidor más sonda, posee calibración extendida por el fabricante con fecha vigente.

El procedimiento utilizado en la toma de datos, en total concordancia con la normativa CNC3690/04, es el siguiente:

I- Relevamiento visual del lugar de instalación con toma de datos de ubicación geográfica, tipo de torre o estructura, altura de las antenas, accesibilidad al público, si posee o no balizamiento, cerco perimetral e identificación. Se toma registro fotográfico de todo lo relevado.



Fig. 7- Instrumental utilizado

- II- Selección de los puntos de medición: para sistemas omnidireccionales se deberán seleccionar como mínimo 16 puntos, ubicados convenientemente sobre el terreno. Las mediciones deben considerar las cuatro direcciones ortogonales a partir de la estación base. Se da prioridad a escuelas, hospitales, plazas, clubes, etc., próximos al sitio evaluado. A efectos de evitar posibles acoplamientos capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto conductor. Estos puntos se geo-referencian para poder incorporar su posición en los informes.
- III- En cada punto seleccionado se realiza la medición de la intensidad de campo eléctrico, en V/m, a una altura de 1,80 m con una promediación temporal de valor eficaz a lo largo de un período de 6 minutos, tomando muestras cada 1 segundo.
- IV- Concluidas todas las mediciones se elabora un informe donde se indica: fecha y hora de medición, características del sitio, croquis con las ubicaciones de los puntos de medición, fotos, tabla con los valores medidos, instrumentos y sondas utilizados con sus certificados de calibración.

4. Resultados

Los resultados obtenidos de las mediciones desarrolladas en cada uno de los sitios se analizaron mediante estadística descriptiva, esto es, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre un conjunto de datos que nos ofrezcan información sobre un determinado asunto [6]. Se realizaron un total de 270 mediciones con un promedio de 17 medidas por antena. Las distancias a los puntos seleccionados varían desde los 8 a los 590 metros. En el gráfico 1 se visualiza la cantidad de medidas respecto a la distancia a la torre.

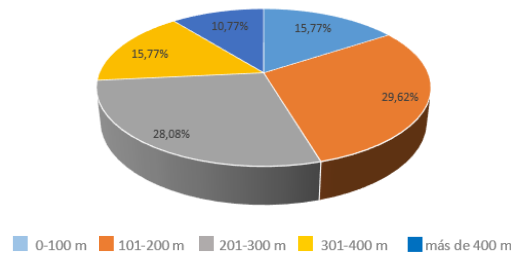


Gráfico 1: Cantidad de medidas vs. distancia

En la fig. 8 se presenta un ejemplo de la variación de la intensidad de campo eléctrico en función del tiempo, obtenida para un punto en particular y el gráfico 2 muestra los valores promedios de todas mediciones realizadas a un sitio. Los valores registrados para la totalidad de las mediciones efectuadas comprenden un rango entre 0,40 y 3,25 V/m. La relación de estas cifras contra el nivel indicado en las normas (ver tabla I) nos arroja un porcentaje entre el 1 y 10% del valor límite de MEP. El gráfico 3 muestra la distribución de mediciones como una relación al límite de 37,85 V/m o 0,38 mW/cm². Se observa que el 90,3% de las magnitudes están por debajo del 5% del máximo permitido, y que ningún valor supera el 10%.

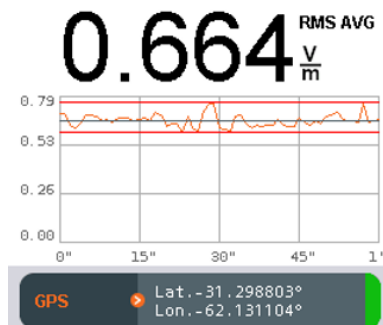


Fig. 8: Campo eléctrico medido en función del tiempo para un punto
Fuente: Medidor Wavecontrol SMP2

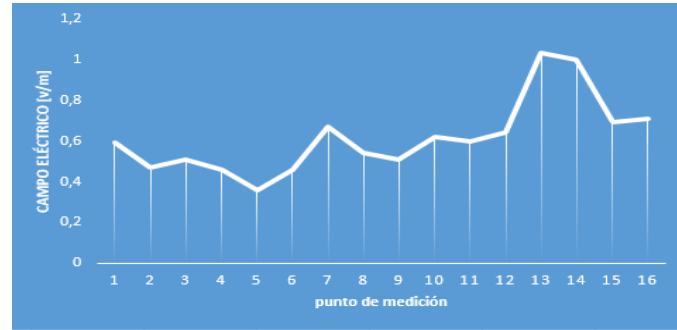


Gráfico 2: Valores de E_{RMS} medidos para todos los puntos de un sitio
Fuente: Medidor Wavecontrol SMP2

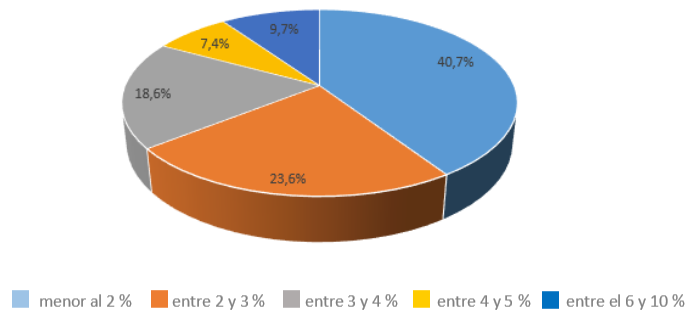


Gráfico 3: Valores medidos con respecto al MEP

Conclusiones

El método de medición permitió cuantificar la densidad de potencia electromagnética irradiado por las antenas de estaciones base de telefonía celular en la ciudad de San Francisco, Córdoba. Las 15 estaciones evaluadas se encuentran muy por debajo de los límites permisibles establecidos en las directrices nacionales, Res. 202/95 e internacionales, ICNIRP. Al utilizar sondas de banda ancha se involucra también a otros tipos de radiaciones de radiofrecuencia diferentes a la telefonía y pudiendo cubrir, además, una amplia zona geográfica de la localidad; la investigación tiene la amplitud necesaria para corroborar que los niveles de radiación obtenidos no influyen en daños a la salud porque estos valores son realmente bajos. A pesar de que existe un incremento en el número de radio bases de telefonía celular por la demanda de los usuarios, la revisión periódica de las mismas y la divulgación de los resultados permite mitigar la preocupación de la población al respecto.

Referencias

- [1] Radiaciones No Ionizantes. Ing. Víctor Daniel Frizzera. Recuperado de: <https://www.enacom.gob.ar>
- [2] ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Recuperado de: <https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020.html>
- [3] Resolución MS 202/1995 Recuperado de: https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/1995/Resolucion%20202_95%20MS.pdf
- [4] Resolución CNC 3690/2004. Recuperado de: https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/2004/Resolucion%203690_04%20CNC.pdf
- [5] UIT-T K.52 - Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos
- [6] Estadística Descriptiva. Liliana Orellana. Recuperado de: https://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf

Antena Yagi-Uda versus helicoidal para VHF en estación terrena satelital

Yagi-Uda antenna versus helical for VHF in satellite earth station

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Santiago Previotto

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. Departamento de Ingeniería Electrónica. San Francisco, Argentina
santiagopreviotto@gmail.com

Federico Beck

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. Departamento de Ingeniería Electrónica. San Francisco, Argentina
federicobeck91@gmail.com

Gastón Peretti

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. Departamento de Ingeniería Electrónica. San Francisco, Argentina
gperetti@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Sergio Felissia

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. Departamento de Ingeniería Electrónica. San Francisco, Argentina
sergiofelissia@gmail.com

Jorge Bossio

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. Departamento de Ingeniería Electrónica. San Francisco, Argentina
bossioja@gmail.com

Resumen

En los últimos años, las imágenes satelitales han sido ampliamente utilizadas para el estudio de parámetros ambientales. En nuestra región los factores climatológicos tienen incidencia sobre la producción agrícola - ganadera y una predicción de sus impactos posibilitaría la ejecución de estrategias para minimizarlo. El objeto del presente trabajo es comparar parámetros de dos tipos de antenas denominadas Yagui-Uda y Helicoidal, específicamente alrededor de los 137,5 MHz. Los parámetros característicos que se tendría previsto comparar en tales antenas serían los patrones de radiación, la ganancia de las antenas, el roe y la relación *front/back*, entre otros con el fin de seleccionar la antena que mejor se adapte para la recepción de señales en una estación terrena satelital. Los resultados de simulación obtenidos mostrarían mejor performance para la antena Yagi-Uda en general en frecuencias cercanas a los 137,5 MHz, además de resultar más sencilla su construcción por su forma geométrica.

Palabras clave: Recepción, Satelital, Estación Terrena, Antena

Abstract

In recent years, satellite images have been widely used to study environmental parameters. In our region, climatological factors have an impact on agricultural and livestock production and a prediction of their impacts would make it possible to implement strategies to minimize it. The purpose of this work is to compare parameters of two types of antennas called Yagi-Uda and Helical, specifically around 137.5 Mhz. The characteristic parameters that would be expected to be compared in such antennas would be the radiation patterns, the gain of the antennas, the SWR and the front/back ratio, among others, in order to select the antenna that is best suited for receiving signals. at a satellite earth station. The simulation results obtained would show better performance for the Yagi-Uda antenna in general at frequencies close to 137.5 MHz, in addition to being easier to build due to its geometric shape.

Keywords: Reception, Satellite, Earth Station, Antenna

Introducción

Uno de los modelos de antena muy conocido y utilizado en la transmisión y recepción de señales en VHF, es la antena Yagi-Uda. El nombre de este tipo de antena proviene de sus dos inventores japoneses Hidetsugu Yagi y Shintaro Uda. El concepto de diseño de antena de radiofrecuencia se describe por primera vez en un documento que Yagi presenta en el año 1928. La misma se compone de un boom central donde se montan de manera transversal, los diferentes elementos. Consta de un elemento excitador, formado por un dipolo simple o doblado y una cantidad N de elementos parásitos. Posee dos tipos de elemento parásitos, uno situado delante del excitador, llamado director y otro situado detrás del excitador que se denomina reflector (Fig. 1).

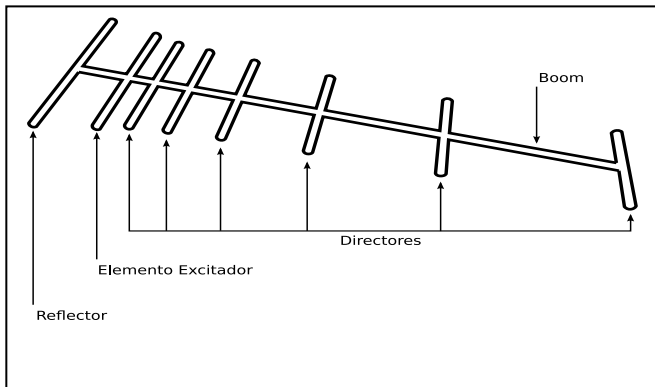


Fig. 1 Antena Yagi-Uda

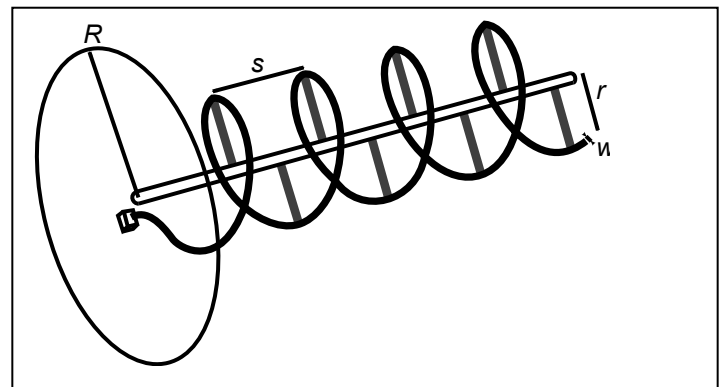


Fig. 2 Antena helicoidal

Otro modelo muy utilizado también es la antena helicoidal (Fig. 2) que proporciona un alto rendimiento y una plataforma de antena robusta tanto en el espacio, como en tierra (Antenna Book, 2018). Posee dos modos, normal, cuando las dimensiones son pequeñas en comparación con la longitud de onda, y el modo axial, cuando las dimensiones son similares a la longitud de onda. Comúnmente, las antenas helicoidales se utilizan en modo axial, esto permite una directividad óptima, es decir, el lóbulo principal del patrón de radiación se concentra en la dirección de propagación de la onda. En el presente trabajo se desea comparar parámetros de dos modelos de antenas denominadas Yagi-Uda y Helicoidal, en esta banda de recepción satelital, específicamente alrededor de los

137,5 MHz (Observing Systems Capability Analysis, 2019). Los parámetros característicos que se tendría previsto comparar en tales antenas serían los patrones de radiación, la ganancia de las antenas, el roe o relación de ondas estacionarias, en inglés *swr* (*standing wave ratio*) y la relación *front/back*, entre otros con el fin de seleccionar la antena que mejor se adapte para la recepción de señales en una estación terrena satelital. El servicio que se desea recibir es el servicio APT (*automatic picture transmission*) de los satélites NOAA-15, NOAA-18 y NOAA-19 (Building and Operating Environmental Satellite Receiving Stations, 2009).

Desarrollo

En primera medida vamos a calcular dimensiones de antena helicoidal, el criterio principal de diseño en una antena helicoidal es cumplir con un correcto ángulo de paso, el cual define la separación entre vueltas, como también el número de giros y el diámetro del plano de tierra. Se adopta este último, es decir el plano de tierra con una forma circular y cumpliendo con diámetro $D > \lambda/2$ como dimensión. El diámetro del conductor w se define de acuerdo con las restricciones mecánicas para llevar a cabo su construcción. La separación entre espiras s suele adoptarse entre $0,19$ de λ y $0,25$ de λ . Si se incrementa esta distancia s , en conjunto con el número de vueltas y la circunferencia de la hélice, se obtiene un aumento en la directividad de la antena. La circunferencia c de la helicoidal es óptima si se cumple que es igual a la longitud de onda seleccionada, pero se puede determinar un rango comprendido entre $0,75$ de λ y $1,73$ de λ . La cantidad de vueltas suele comprender valores entre 3 y 15 vueltas. La impedancia de la helicoidal también es sensible al espaciado y la circunferencia de los giros, aumentando, generalmente, a medida que se incrementan estas dimensiones, típicamente la impedancia ronda entre valores de 140 a 250 ohm. De modo que se propone primero calcular el radio de la hélice tomando el diámetro c de circunferencia de la helicoidal igual a la longitud de onda λ considerando a una frecuencia de 137,5 MHz. Entonces el radio de la circunferencia (Ec. 1) y el diámetro del plano de tierra debe cumplir (Ec. 2):

$$r = c/2\pi = \lambda/2\pi = (2,18 \text{ m})/(2 \cdot 3,14) = 0,347 \text{ mts} \quad (1)$$

$$D = 2R > \lambda/2 = 2,18/2 = 1,09 \text{ m} \quad (2)$$

Además, se define la mayor separación entre espiras s según el criterio, para obtener una óptima directividad (Ec. 3):

$$s = 0,19 \cdot \lambda = 0,19 \cdot 2,18 \text{ mts} = 0,414 \text{ m} \quad (3)$$

El número de vueltas que se propone es $N=7$. Por último, se utiliza un diámetro de conductor de $w=7.94\text{mm}$, debido a la disponibilidad de mercado. Para optimizar la antena helicoidal se realizó la simulación con software Matlab en este caso reajustando los valores hasta obtener los mejores resultados en ganancia, roe, relación *front/back* para una frecuencia de 137,5 MHz (Tabla 1).

Tabla 1. Dimensiones

r	R	s	N	w
373 mm	700 mm	545 mm	7	7,94 mm

finales de antena Helicoidal

En segundo lugar, vamos a dimensionar la antena Yagi-Uda: en este caso se calcula la longitud L y la separación s entre elementos como una primera propuesta de diseño de la antena Yagi-Uda. Luego mediante software de

simulación, se encuentran los valores óptimos. Para la primera instancia los elementos con una longitud L (Ec. 4) se calculan:

$$L = \lambda/2 = 2,18/2=1,09 \text{ m} \quad (4)$$

Por otra parte la separación s entre elementos (Ec. 5):

$$s = \lambda/4 = 2,18/4=0,545 \text{ m} \quad (5)$$

Luego en una segunda etapa de optimización de la antena se la simula en el software MMana-gal obteniéndose los mejores resultados en ganancia, roe, relación *front/back* para una frecuencia de 137,5 MHz con las siguientes tamaños y separaciones (Tabla 2):

Tabla 2. Dimensiones finales de antena Yagi-Uda

Elemento	Longitud	Posición en boom
Reflector	1062 mm	0 mm
Director 1	1028 mm	594 mm
Director 2	978 mm	697 mm
Director 3	980 mm	1140 mm
Director 4	944 mm	1705 mm

Una vez optimizadas ambas antenas tanto la antena Yagi-Uda como la antena Helicoidal, se someten a software de simulación para obtener los patrones de radiación, el roe, la relación *front/back* a modo de poder realizar una comparación de las características observadas de cada una de ellas para la frecuencia de interés, que en este caso se encuentra alrededor de los 137,5 MHz que es la frecuencia del servicio APT de los satélites NOAA 15, NOAA 18 y NOAA 19 que se desea recibir (Marcos Arias et al, 2016). Con la primera simulación se observan los patrones de radiación de la antena Helicoidal en primera medida para la frecuencia de 137,5 MHz y por otra parte se muestra los patrones de radiación de antena Yagi-Uda para la frecuencia de 137,5 MHz (Fig. 3). Comparando ambos diagramas de radiaciones vemos que son semejantes, e inclusive la ganancia de ambas es bastante parecida resultando de 10,65 dBi para la antena Yagi-Uda y de 10,49 dBi para la antena helicoidal. Ambas poseen bastante directividad siendo el ángulo de apertura de alrededor de 60°. Simulando el roe o swr para la antena helicoidal y Yagi-Uda respectivamente (Fig. 4), podemos observar en cuanto al SWR, que la antena Yagi-Uda presentaría un mejor resultado con $swr = 1,04$ para la frecuencia central de 137,5 MHz mientras que la antena Helicoidal posee $swr = 1,463$, aunque esta última sigue estando en un valor razonable ya que cumple con un $swr < 1,5$. Cuando realizamos la simulación de la relación *front/back* para la antena helicoidal y Yagi-Uda para la frecuencia de 137,5 MHz (Fig. 5). Como se puede apreciar en las figuras la antena helicoidal tiene una relación *front/back* de 14,52 dB para la frecuencia de 137,5 MHz, mientras que la antena Yagi-Uda posee una relación *front/back* de 21,31 dB, por lo cual parecería que esta última tiene mejor rechazo a las señales provenientes por detrás de la dirección de propagación. Cuando revisamos la impedancia de ambas antenas la impedancia de la antena helicoidal se encuentra alrededor de los 170 ohm mientras que la impedancia de la antena Yagi-Uda con un valor muy cercano a los 50 ohm. Este último punto o simulación no es mostrado en el trabajo por razones de espacio.

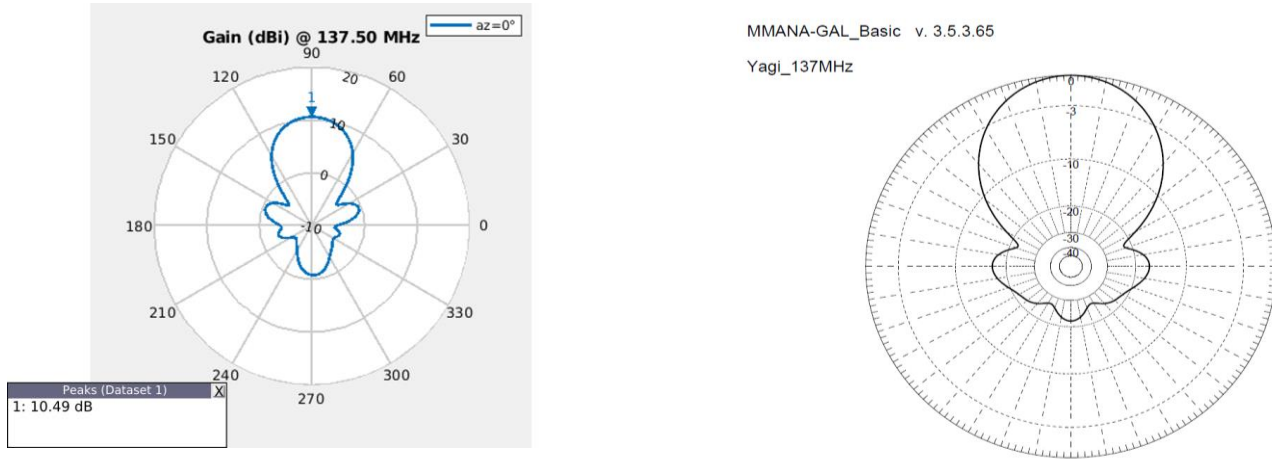


Fig. 3 Patrones de radiación de antena Helicoidal y Yagi-Uda respectivamente.

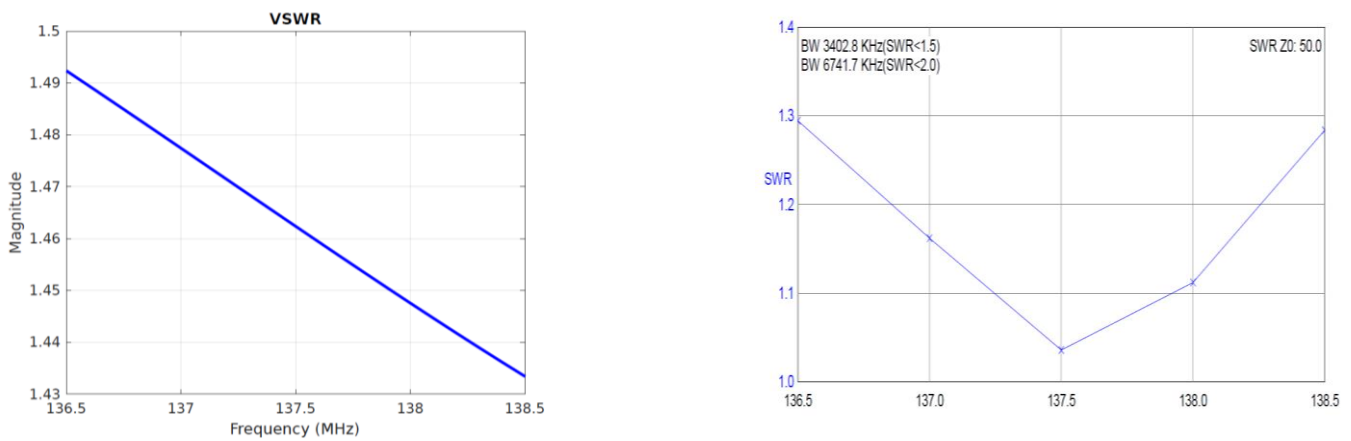


Fig. 4 SWR de antena Helicoidal y Yagi-Uda respectivamente

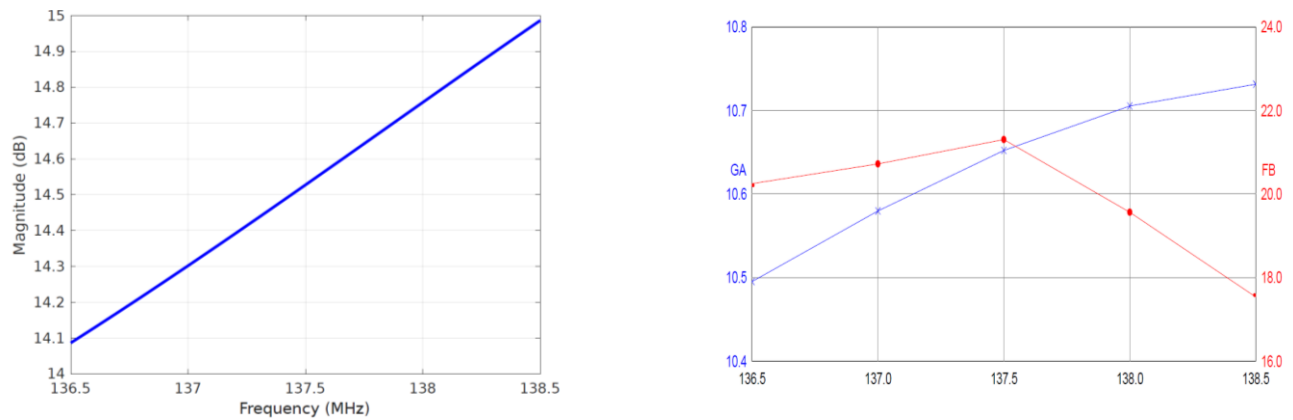


Fig. 5 Relación *front/back* de antena Helicoidal y Yagi-Uda respectivamente

Conclusiones

A lo largo de todo el trabajo se analizaron y simularon dos diferentes modelos de antenas. Un modelo del tipo helicoidal y otro modelo del tipo Yagi-Uda para una frecuencia central de 137,5 MHz. La frecuencia central elegida es la frecuencia que transmiten los satélites NOAA el servicio APT con el fin de lograr su recepción en estación terrena satelital. Para ambos modelos de antenas se realizó una primera aproximación a través de cálculos y luego fue reajustada a través de software de simulación, en estos casos puntuales de MMANA-GAL y Matlab. Se compararon la ganancia, el ROE o SWR y la relación *front/back* para la frecuencia central de 137,5 MHz. Analizando los resultados logramos observar que las ganancias de ambas serían parecidas, el ROE o SWR ajustaría mejor para la antena Yagi-Uda y la relación *front/back* parecería que a 137,5 MHz la antena Yagi-Uda se comportaría mejor para rechazar señales provenientes por detrás de la dirección de propagación. Además, la impedancia característica de la Yagi-Uda resultaría muy próxima de los 50 ohm respecto a los 170 ohm de la antena helicoidal, lo que haría más sencillo la adaptación de impedancia en la estación terrena. Por otra parte, si comparamos a la frecuencia central los tamaños de las mismas, parecería que la antena Yagi-Uda resultaría de menor tamaño, además de más sencilla su construcción. En cuanto a la polarización de la onda, la antena helicoidal tendría la ventaja de recibir polarización que por razones de medios se encuentre rotada, lo que lo hace seguramente muy elegible para recibir frecuencias bastante superiores a los 137 MHz que hagan que el tamaño de la antena sea mucho más pequeño, sino a frecuencias de 137,5 MHz un arreglo de antenas Yagi-Uda sería lo esperable. Por todo lo expuesto parecería que el modelo Yagi-Uda se adaptaría mejor a la frecuencia central de 137,5 MHz en función de los parámetros analizados resultando su construcción más sencilla y su peso más reducido para su utilización en la estación terrena satelital.

Referencias

Redolfo Neri Vela. (2015). Comunicaciones por satélite. México. Thomson. ISBN: 970-686282-X.

Molino Luis Antonio. (2021). El ABC de las antenas. España. Unión de radioaficionados españoles.

National Environmental Satellite Data e Information Service. NOAA-15 Makes 100 Thousandth Orbit. (2017). Disponible en URL: <https://www.nesdis.noaa.gov/content/noaa-15-makes-100-thousandth-orbit>.

The American Radio Relay League. ARRL Antenna Book. (2018). Estados Unidos. Disponible en <http://www.arrl.org/qex>

Observing Systems Capability Analysis and Review Tool. BackForward Satellite Programme: NOAA 5th generation / Polar Operational Environmental Satellites. Inf. téc. (2019). Disponible en URL: <https://www.wmo-sat.info/oscar/satelliteprogrammes/view/112>.

National Oceanic and Atmospheric Administration. User's Guide for Building and Operating Environmental Satellite Receiving Stations. Inf. Técnico. (2009). Disponible en URL: <https://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/UsersGuide-BuildingReceiveStationsMarch2009.pdf>

Marcos Arias y Fernando Aguado. (2016). Small satellite link budget calculation. Inf. técnico. Universidad de Vigo. Disponible en URL: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2016-small-sat/Documents/Linkbudgetuvigo.pdf>.

Circuito integrado neuronal híbrido

Hybrid Neural Integrated Circuit

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Rubén Roberto Navarro

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán
office@nr2system.com

Juan Carlos Colombo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán
colombojcc@arnet.com

Rubén Egea

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán
rubenegea@hotmail.com

Ángel Martín Leal

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán
amleal@arnet.com.ar

Ignacio Colombo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán
ignaciocolombo84@gmail.com

Resumen

La implementación de inteligencia artificial basada en Deep learning se realiza actualmente con neuroredes digitales. Estas presentan series inconvenientes para la implementación de ciertas funciones como el entrenamiento de la red dentro de un circuito integrado. Además, las nuevas aplicaciones de la I.A. exigen un número cada vez mayor de capas y neuronas produciéndose un cuello de botella dado el alto consumo de esta tecnología y los límites de integración de componentes. Este trabajo es parte del proyecto de investigación "**Optimización de Sistemas de Inteligencia Artificial basados en Deep Learning con Dispositivos Nanoelectrónicos Híbridos, Analógicos y Digitales.**", en el mismo se analiza las bases del diseño de un circuito integrado neuronal híbrido que combinando técnicas analógicas y digitales permita solucionar las limitaciones citadas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Neuroredes Digitales, Neuroredes Analógicas, perceptrón, computación digital, computación analógica.

Abstract

The implementation of artificial intelligence based on deep learning is currently carried out with digital neural networks. These present a series of drawbacks for the implementation of certain functions such as network training within an integrated circuit. In addition, the new applications of A.I. they require an increasing number of layers and neurons, producing a bottleneck given the high consumption of this technology and the limits of component integration. This work is part of the research project "**Optimization of Artificial Intelligence Systems based on Deep Learning with Hybrid, Analog and Digital Nanoelectronic Devices.**", in which the bases of the design of a hybrid neural integrated circuit are analyzed that combine techniques based on and digital allow to solve the mentioned limitations.

Introducción

En la actualidad existen gran cantidad de aplicaciones basadas en neuroredes digitales tales como el reconocimiento facial. Sin embargo, esta tecnología se encuentra prácticamente al límite de sus capacidades. Por un lado, tienen un alto consumo de energía eléctrica y por el otro se está llegando al límite de la ley de Moore. Presentándose cada vez mayores dificultades para aumentar la escala de integración. Es por ello que la inclusión de funciones tales como el entrenamiento de la neurored no se pueden implementar en un circuito integrado. Por lo que a continuación analizaremos las bases de la implementación de un circuito neuronal híbrido como posible solución a dichas limitaciones.

Desarrollo

El circuito integrado a implementar tendrá como aplicación el procesamiento de imágenes para la detección de patrones simples. El diagrama en bloques del sistema se muestra en la fig. 1.

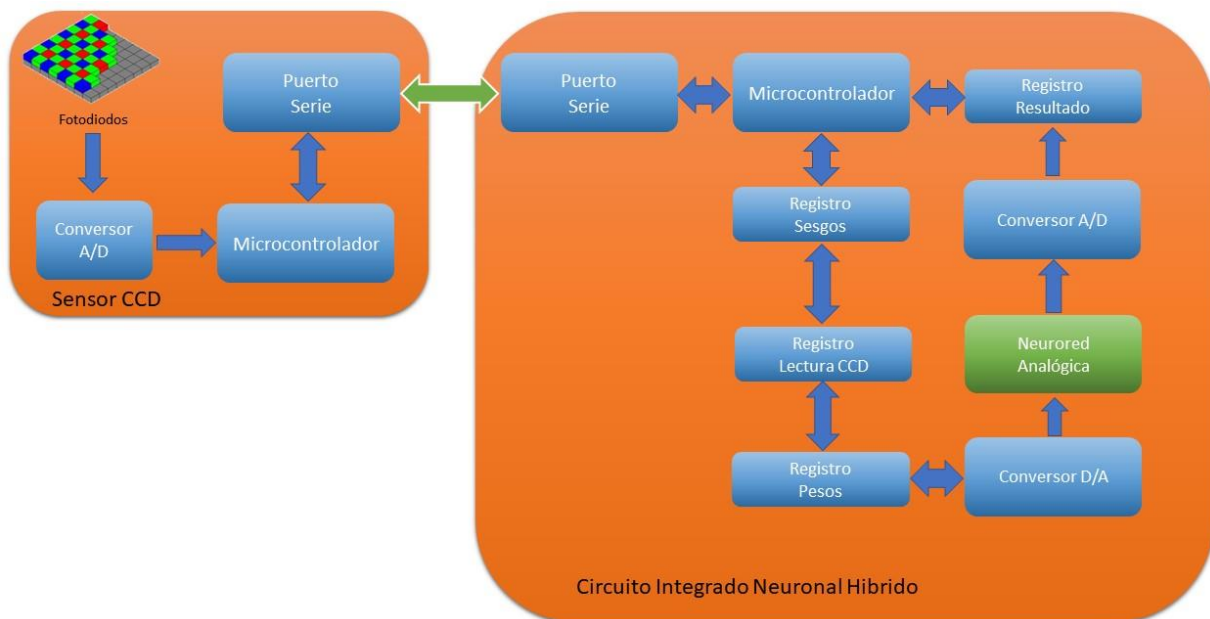


Fig. 1 Diagrama en bloques del sistema de procesamiento de imágenes

Las imágenes son obtenidas a partir de un sensor CCD estándar. El sensor CCD está compuesto por una matriz de fotodiodos asignados a los colores R, G o B en forma alternada. Estos fotodiodos están conectados a un convertidor A/D cuya información es tomada por un microcontrolador y enviada mediante un puerto serie a los dispositivos externos. El circuito integrado híbrido, procesará en la neurored analógica una imagen de 640x480 píxeles. La neurored estará compuesta por 60 perceptrones en paralelo. Estos se dividen en tres grupos de 20 para cada uno de los colores de entrada. Por lo tanto, cada perceptrón analizará una matriz de 32x24 píxeles monocromática.

El microcontrolador interno leerá el valor RGB de cada uno de los píxeles desde el puerto serie y los transferirá al registro de lectura CCD. Una vez terminado este paso el microcontrolador escribe los valores de los pesos de los perceptrones y el valor de sesgo de las funciones en los registros correspondientes. Estos registros alimentan un convertidor D/A que ingresa los valores analógicos a los perceptrones. Un convertidor A/D toma la salida de los mismos y lo pasa al registro de resultados. El microcontrolador lee el registro de resultado y lo compara con el resultado correcto ajustando los pesos correspondientes, de esta manera se puede entrenar la red y modificar fácilmente sus parámetros de funcionamiento.

El modelo matemático del perceptrón utilizado se muestra en La fig. 2, este fue presentado por Rosenblatt² y está basado en los trabajos de McCulloch y Pitts¹. Constituyendo una forma abstracta y simple de representar una neurona artificial. Es el elemento básico de procesamiento de la neurored³. Que, si bien en este caso es un modelo simple y con limitaciones, nos permitirá estudiar el comportamiento de las mismas ya que las configuraciones actuales siguen manteniendo los mismos principios de funcionamiento⁴

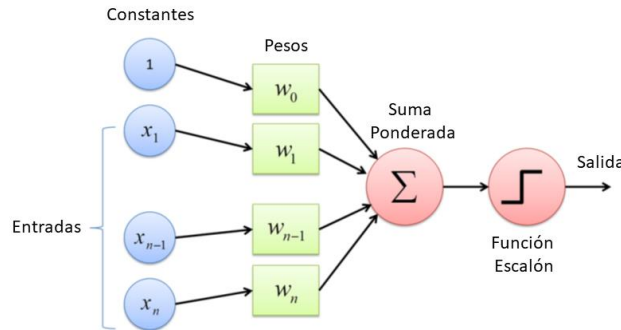


Fig. 2 Modelo matemático del perceptrón

En el mismo tenemos x_n señales de entrada. Cada una de ellas multiplicadas por su respectivo peso w . El microcontrolador normalizara tanto los valores de las señales de entrada como el de los pesos obteniéndose una suma ponderada dada por:

$$1. f(x) = \sum_{i=0}^n x_i w_i \quad 0 \leq x_i \leq 1 \wedge 0 \leq w_i \leq 1$$

El valor de esta suma ponderada es utilizado como entrada de una función escalón, esta se dispara (valor de salida 1) si la función es mayor que el sesgo establecido en el registro correspondiente, siendo entonces:

$$2. A(s) = \begin{cases} 1 & \text{si } f(x) \geq s \\ 0 & \text{si } f(x) < s \end{cases}$$

Para la implementación de los perceptrones en forma analógica utilizaremos como elemento principal amplificadores operacionales⁵. El diseño realizado para el mismo puede verse en la fig. 3. Donde la fuente de corriente de referencia será proporcionada por el fabricante del circuito integrado.

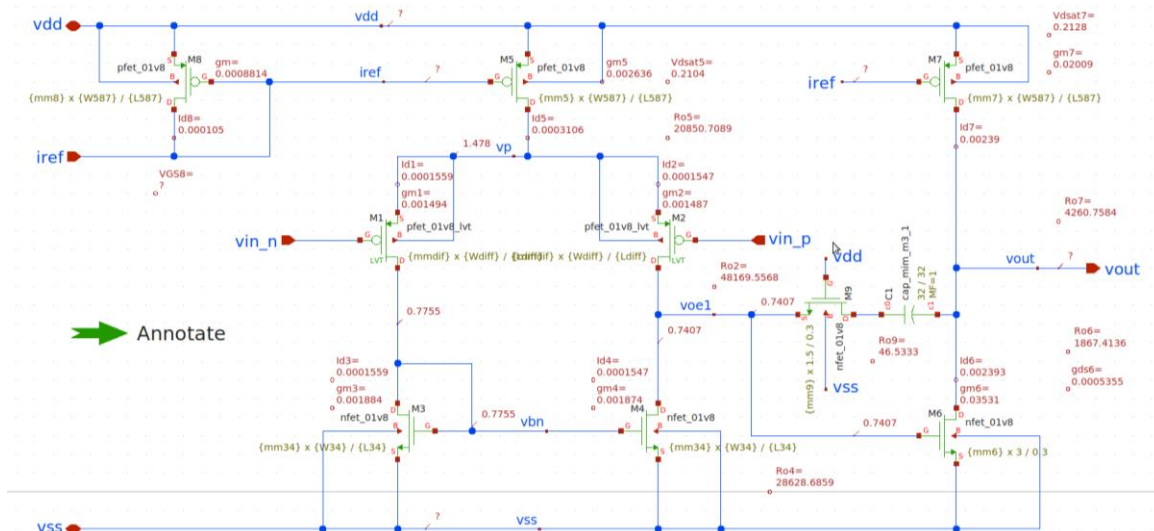


Fig. 3 Esquema eléctrico del amplificador operacional

Como se vio en la fig. 2 el perceptrón multiplica los valores de entrada por los pesos. Esta operación es analógica, por lo que el valor de entrada digital R_0 que se encuentra en el registro correspondiente pasa por un conversor D/A antes de ingresar a la resistencia R_6 , el valor del peso se encuentra almacenado en el registro de pesos y es transferido a un buffer de 8 bits, donde cada uno de estos bits controla dos transistores que en conjunto con los amplificadores operacionales Amp8 y Amp7 realizan la operación de multiplicación como se muestra en la fig. 4. Para entender cómo funciona la multiplicación del valor de entrada R_0 por el peso w_0 analizaremos el circuito para el caso de un solo bit como se muestra en la fig. 5.

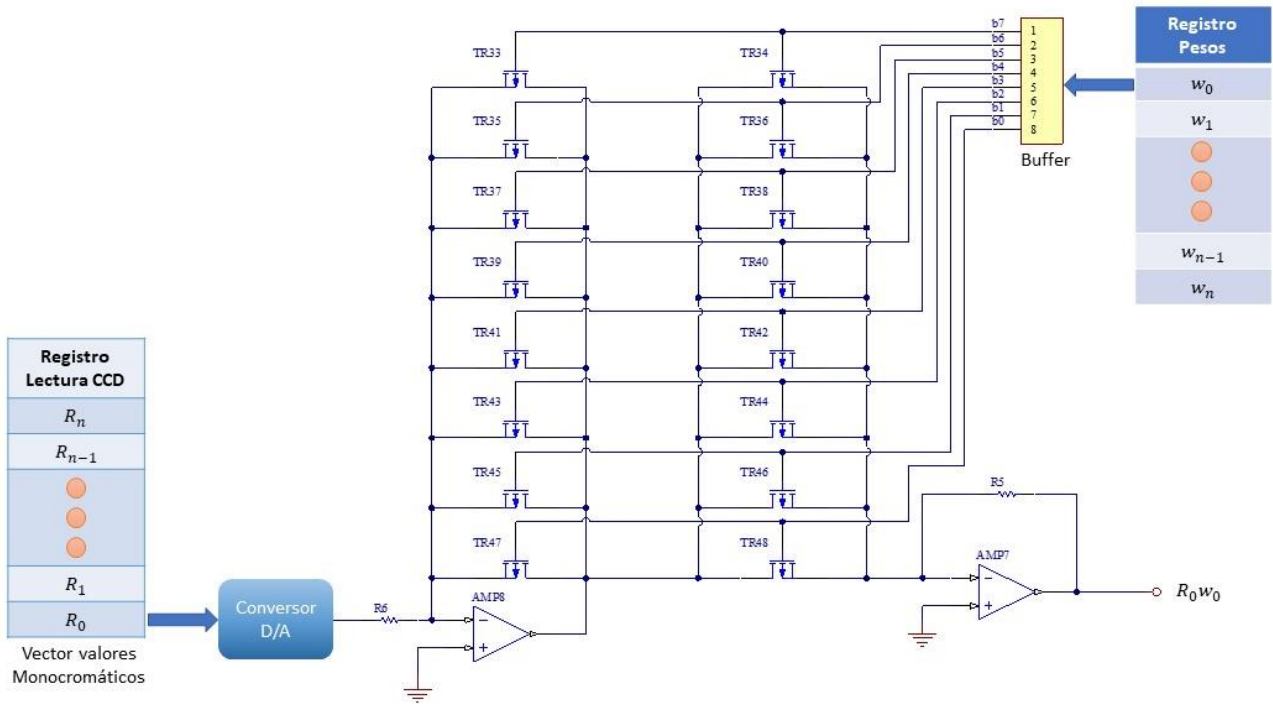


Fig. 4 Circuito de multiplicación de las entradas por el peso

Este es un amplificador de ganancia programable. La corriente en los transistores está dada por⁶:

$$3. I_1 = K_1 [f_1(\psi_{sL_1}) - f_1(\psi_{sO_1})] = -v_{in}/R_8$$

$$4. I_2 = K_2 [f_2(\psi_{sL_2}) - f_2(\psi_{sO_2})] = -v_0/R_7$$

si los transistores están apareados podemos decir:

$$5. \frac{v_0}{v_{in}} = \frac{R_8 K_2}{R_7 K_1} = \frac{R_8 (WL)_2}{R_7 (WL)_1}$$

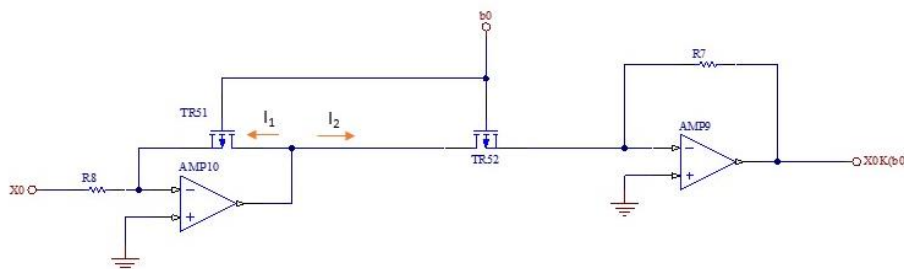


Fig. 5 Análisis del circuito de multiplicación

Por lo que el factor de proporcionalidad puede utilizarse para definir la ganancia del amplificador y por lo tanto el valor del peso a ponderar. Para ello colocamos un conjunto de transistores en paralelo como se muestra en la fig. 4. De tal manera el transistor mos equivalente generado tendrá un ancho determinado por:

$$6. \quad w_{equivalente} = w * \chi$$

Donde χ es el numero de transistores en paralelo, el circuito de sumatoria puede observarse en la fig. 6 donde la relación entre las resistencias R9, R11, R12, R13, etc. Con la resistencia R10 se utiliza para compensar posibles variaciones entre cada uno de los canales analógicos.

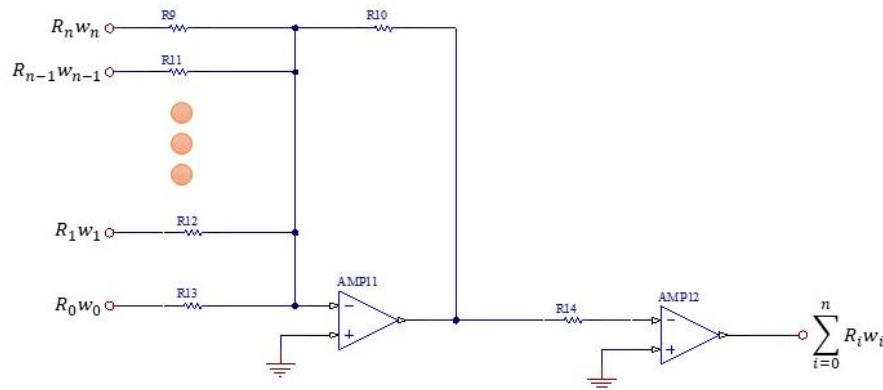


Fig. 6 Circuito Sumador

La sumatoria de señales se obtiene del AMP12 con signo positivo y es inyectado al circuito de sesgo que se muestra en la fig. 7. Esta toma la señal de referencia y la multiplica por el valor guardado en el registro correspondiente, la diferencia entre el valor obtenido y la suma ponderada de los valores leídos es compara por el AMP14 obteniéndose solamente dos resultados posibles 0 o 1 según la neurona se active o no.

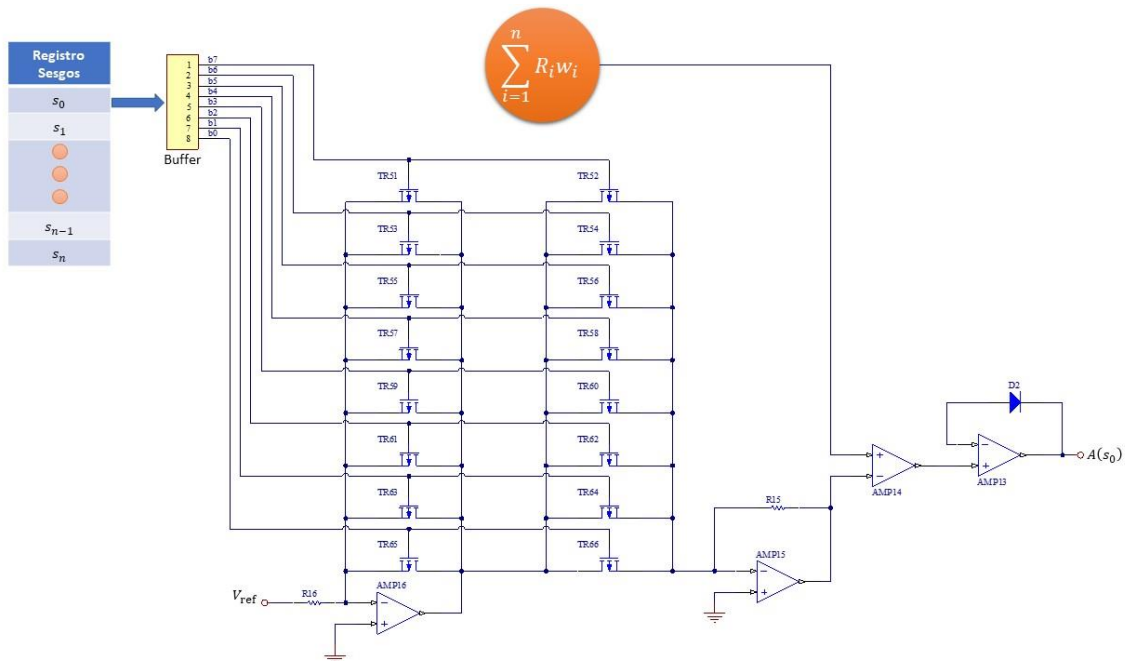


Fig. 7 Circuito de sesgo

De esta manera multiplicando n veces el circuito que hemos estudiado obtenemos una red de n neuronas. En esta primera etapa hemos implementado una neurored analógica utilizando las técnicas y arquitecturas más simples posibles. Que, aunque presentan limitaciones nos permite estudiar el comportamiento de la misma frente a las arquitecturas clásicas. Dado que el funcionamiento de las redes más complejas se basa en los mismos principios. Este circuito integrado servirá entonces de plataforma de prueba para los diferentes bloques propuestos. Pudiendo determinarse en el mismo la performance, consumos, cantidad de componentes involucrados, etc. De forma tal que en una etapa posterior se desarrolle una red neuronal de múltiples capas.

Conclusiones

Se ha realizado una neurored analógica para el procesamiento de imágenes basada en el modelo del perceptrón utilizando los circuitos más simples posibles. Esta neurored es controlada por una red digital basada en un microcontrolador lo que permite ejecutar funciones complejas tales como el entrenamiento de la misma o cambiar sus parámetros de funcionamiento de forma simple y rápida. Este esquema será implementado en un circuito integrado híbrido el cual servirá de plataforma de lanzamiento para realizar una serie de pruebas en busca de la optimización de los módulos analógicos y digitales que componen la neurored para implementar en una etapa posterior una neurored de múltiples capas.

Referencias

1. D. Michie, D.J. Spiegelhalter, C.C. Taylor (eds). *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*, 1994.
2. R. Rojas. *Neural Networks: A Systematic Introduction*, Springer, 1996
3. Graude, D.: *Principles of Artificial Neural Networks*. Advanced Series on Circuits and Systems, vol. 6., 2nd. Edition. World Scientific Publishing Company (2007)
4. Bourzac, Katherine: *Neural Networks on the Go*. IEEE Spectrum (2016)
5. Sanz, M. T., Celma, S., Calvo, B.: Using MOS Current Dividers for Linearization of Programmable Gain Amplifiers. *International Journal of Circuit Theory and Applications*, vol. 36, no. 4, 397–408 (2008)
6. Lopez-Martin, A.J., Ramirez-Angulo, J., Carvajal, R.G., Algueta, J.M.: Compact Class AB CMOS Current Mirror. *Electronics Letters*, vol. 44, no. 23, 1335–1336 (2008)

Control remoto de estaciones de bombeo y cisternas de agua potable utilizando Internet de las Cosas

Drinking Water Pumping Station and Cisterns Remote Control Using Internet of Things

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Leonardo Depetris

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. San Francisco, Córdoba. Argentina.
leodepetris@gmail.com

Damián Romani

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
dromani@coopmorteros.coop

Joaquín González

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
jgonzalezi@coopmorteros.coop

Claudio Bottero

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
cbottero@coopmorteros.coop

Lorenzo Depetris

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
ljdepetris@coopmorteros.coop

Resumen

Este proyecto se centra en el desarrollo de un conjunto de dispositivos que permitan el telemonitoreo y telecontrol de la estación de cisternas y de bombeo de agua potable, en la ciudad de Morteros (Córdoba), con el objetivo de agilizar la operación y toma de decisiones ante emergencias.

Se plantea realizar un ecosistema de IoT para la lectura remota de caudal de ingreso y nivel de cisterna, adaptando las comunicaciones con los equipos existentes y con el controlador PID que maneja las bombas presurizadoras. Adicionalmente, incluir equipos y sensores capaces de determinar las magnitudes de presión de ingreso, caudal de salida, dosificación y cantidad de cloro y alertar fugas de agua en las fosas que se encuentran bajo el nivel del suelo. Tras varios meses de su implementación, se concluye favorablemente ya que se logró una mejor administración de la planta y una reducción en las fallas.

Palabras clave: Internet de las Cosas, Protocolo MQTT, Agua Potable, Telecontrol

Abstract

This project focuses on the development of a set of devices that allow telemonitoring and remote control of the drinking water cistern and pumping station in the city of Morteros (Córdoba), with the aim of improving operation and decision-making before emergencies.

It is proposed to create an IoT ecosystem for remote reading of the inlet flow and tank level, adapting communications with existing equipment and with the PID controller that manages the pressurizing pumps. Additionally, include equipment and sensors capable of determining the magnitudes of inlet pressure, outlet flow, dosage and quantity of chlorine and alert water leaks in the pumping chambers below ground level. After several months of its implementation, a favorable conclusion can be stated since a better management of the plant and a reduction in failures were achieved.

Keywords: Internet Of Things, MQTT Protocol, Drinking Water, Remote Control

Introducción

Como es sabido, una pequeña porción del agua disponible en el planeta es apta para el consumo humano. Menos del tres por ciento del agua del planeta existe como agua dulce y, de hecho, más de dos tercios de esta no se encuentra siquiera en estado líquido, sino que se encuentra congelada en glaciares en sitios como las capas de hielo en Antártica y Groenlandia. Tal y como puede deducirse, la distribución de agua dulce en el planeta no es equitativa y aunque muchas regiones cuenten aún con agua suficiente para cubrir las necesidades de cada individuo, se requiere que ésta sea administrada adecuadamente.

Históricamente, el agua tiene su propia dinámica en el denominado ciclo hidrológico; a medida que el hombre ha intervenido el ciclo natural para poder utilizar el agua para su provecho, se han generado diferentes ciclos artificiales que no sólo modifican su circulación, sino que implican una alteración de sus características, ya que en estos nuevos ciclos el agua ve alterada su calidad. La contaminación generada por efectos antrópicos agudiza su escasez (Fernández Cirelli and Du Mortier, 2005). El impacto sobre los recursos hídricos se enmarca en el contexto de una creciente demanda de agua, tanto para las actividades económicas como para la población, lo que intensificará la demanda sobre el recurso. Garantizar la calidad y cantidad de la reserva de agua disponible es por lo tanto una tarea de gran importancia para la protección del ambiente (Cossavella, 2019).

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el fin de mejorar la vida de todos. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que incluyen, entre otros, erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Dentro del listado de ODS, se especifica el objetivo N°6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Si bien, se ha conseguido progresar de manera sustancial a la hora de ampliar el acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica destinada a lavarse las manos con agua y jabón (Naciones Unidas, s.f.).

Puntualmente, el proyecto abordado se encuentra en la localidad de Morteros, en la provincia de Córdoba (Argentina). Ubicada a casi 20 kilómetros de la costa oriental de la laguna Mar Chiquita (o Mar de Ansenusa), y a escasos kilómetros de los límites de la provincia de Córdoba con las provincias de Santa Fe y Santiago del Estero. Su población es de 17124 habitantes, según el último censo nacional del año 2010 (Municipalidad de Morteros, s.f.); de la cual, actualmente se tiene cerca de un 75% de la misma con acceso a agua potable y saneamiento y se estima llegar a una cobertura del 100% de la población al corto plazo (Región Objetivo - Redacción, 2020).

Técnicamente hablando, el suministro de agua hacia la ciudad está a cargo de la Cooperativa de Trabajo “Acueductos Centro Limitada” (Co.T.A.C.), mediante el Acueducto San Francisco – Morteros con sus localidades intermedias. Siendo la ciudad en estudio la última del ramal. Por su parte, la “Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda.” es la empresa concesionaria del servicio dentro de la propia localidad. Cabe mencionar, que esta última empresa es quien se encarga de la operación y mantenimiento de la estación de cisternas y de bombeo, para las cuales previo a este desarrollo solo contaba con control de las bombas presurizadoras y visualización de nivel de cisterna, caudal de entrada de agua y dosificación de cloro, localmente en planta; esto generaba dificultades en la toma de decisiones y falta de respuestas rápidas, llevando a cortes del servicio, principalmente, en el periodo estival.

Desarrollo

Debido a que las distintas magnitudes a medir se encuentran físicamente en diferentes salas, se optó por la realización de varios dispositivos, en vez de un único equipo que sea capaz de tomar lectura de los sensores y comunicarse con los diferentes equipos comerciales. Se analizó en cada caso el método de interactuar con los dispositivos existentes, con el objetivo de utilizar los equipos instalados, sin reemplazar, ni duplicar las mediciones.

Inicialmente, solo en los dispositivos de difícil acceso, se utilizaron módulos ESP32, ya que cuentan con comunicación WiFi integrada; mientras que en los restantes, se utilizaron placas Arduino Due, acopladas a un Shield Ethernet. Luego de semanas de su implementación, se optó por migrar todos los dispositivos a módulos ESP32 debido a una mejor inmunidad respecto al ruido eléctrico; acoplándoles módulos Ethernet W5100 para otorgar la posibilidad de conexión de red a todos los dispositivos. Desde un inicio se optó por lenguaje Arduino para el firmware de cada dispositivo desarrollado, principalmente por la disponibilidad de librerías y la posibilidad de optar por diferentes placas de desarrollo sin realizar grandes cambios en los scripts.

Durante la planificación y desarrollo del proyecto se siguió el concepto de Internet de las cosas (IoT), es decir, integrar a todos los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana, independientemente de su naturaleza. Para ello, se debió utilizar un protocolo de comunicación de datos que soporte estos requisitos. Se eligió el Protocolo MQTT, debido a que es muy útil para conexiones con clientes remotos demandando muy bajo ancho de banda de internet.

MQTT utiliza el modelo cliente / servidor. Su arquitectura contiene tres componentes, estos son: Publishers, un Broker y Subscribers. Cada dispositivo está conectado a un servidor (Broker). La dirección en la que se publicó el mensaje se llama “tópico” y cada dispositivo puede suscribirse a más de un tópico y recibir todos los mensajes que se publican en estos. Las principales responsabilidades del Broker MQTT son procesar la comunicación entre los clientes MQTT y distribuir los mensajes entre ellos en función de sus tópicos de interés, pudiendo trabajar con miles de dispositivos conectados al mismo tiempo. Al recibir el mensaje, el Broker debe buscar y encontrar todos los dispositivos que poseen una suscripción a este tópico (Shankar et al., 1999). En el presente desarrollo, el Broker fue implementado utilizando Eclipse Mosquitto.

En cuanto a la base de datos, se eligió InfluxDB, no solo por ser de código abierto, sino también debido a la simplicidad de su configuración, su enfoque optimizado para el monitoreo de operaciones, métricas de aplicaciones, datos de sensores de Internet de las cosas y el análisis en tiempo real.

Teniéndose como punto de partida el desarrollo previo de un portal online de gestión, denominado Oficina Virtual, tanto de usuarios internos de la empresa como de clientes, se decidió utilizar ésta como soporte para cálculos, visualización de magnitudes instantáneas y gráficos históricos.

A. Sala de tablero principal de la planta: caudalímetro de entrada a cisterna y nivel de cisterna

Esta sala se compone por el tablero de potencia eléctrica y el tablero de control, visualización y radiocomunicación de CO.T.A.C. Haciendo foco en los parámetros de interés, en esta sala se encuentra disponible el visualizador local de nivel de cisterna y el caudalímetro de entrada a cisterna.

Previamente se tenía instalado un sensor de ultrasonidos para la medición continua de nivel de cisterna, con unidad indicadora y de ajustes externa para sensores 4/20 mA, marca VEGA. Sabiendo que el nivel de cisterna se encuentra en un valor proporcional en escala 4-20 mA, se buscó un dispositivo que sea capaz de conectarse al lazo de corriente y convertir la lectura a un valor proporcional de tensión que pueda ser interpretado por un canal ADC de microcontroladores; encontrándose el conversor de corriente a tensión XY-IT0V. Una vez conectado físicamente, previo a seleccionar los rangos adecuados, se calibró el nivel de cero y pendiente de incremento. Por su parte, dentro del script se realizó el cálculo que convierte ese valor digital proveniente del ADC, pasándolo a valores de porcentaje de llenado de cisterna. La exactitud de las conversiones se fue ajustando mediante regresión lineal, obteniendo finalmente una respuesta idéntica a la observable por el visualizador local.

En el caso del valor de caudal de ingreso a cisterna también se medía previamente con el equipo Aquaflux, de KROHNE IFC 010 D. El mismo posee una salida de pulsos que no era utilizada, cuya frecuencia varía en función del caudal determinado. Utilizando una entrada por interrupciones, se procedió a contar el tiempo entre pulsos, que luego de afectarlo por una constante otorgada por la configuración se obtuvo el valor de caudal (en m³/h).

B. Fosa de entrada: presión de entrada a cisterna

Se trata de un recinto bajo el nivel del suelo, que permite maniobras directamente en el caño de ingreso de agua a cisterna. En este sector de la planta se tienen dos puntos de medida de presión, en los cuales se reemplazó un manómetro de aguja por un sensor electrónico, eligiéndose el transmisor de presión para aplicaciones generales industriales MBS 3000 de Danfoss, debido a que trabaja dentro del rango de medición estimado. La salida del mismo es mediante lazo de corriente 4-20 mA, por lo que su inserción al microcontrolador se realizó de igual manera que para el nivel de cisterna, utilizando el conversor XY-IT0V conectado a otro canal ADC, calculando dentro del script la conversión de escala digital a los bares de presión medidos.

Debido a que esta fosa de inspección está expuesta a una rápida inundación provocado por una fuga en la cañería, se colocaron sensores ultrasónicos detectando el nivel del suelo y generando una alerta si dicho nivel sube. El sensor utilizado para esta función es el JSN-SR04T, ya que resiste las condiciones de instalación por ser IP65. Posee una exactitud de 1 cm, lo que resulta aceptable, otorgando tiempo de respuesta ante una posible inundación.

C. Fosa de salida de cisterna: caudalímetro a red urbana

Al igual que en la explicada en el apartado anterior, se trata de un recinto bajo el nivel del suelo; por lo que se mantiene la consideración de utilizar el sensor JSN-SR04T con el propósito de detectar posibles pérdidas en el caño de agua. En cuanto a la medición de caudal de salida se había adquirido un caudalímetro SIEMENS SITRANS FM

MAG 5000, el cual posee dos alternativas de telelectura disponibles: por pulsos o por lazo de corriente. Por simplicidad, se utilizó lazo de corriente 4-20 mA, adaptado con el convertidor XY-IT0V, como en los casos anteriores. Al igual que se ha descrito, fue necesaria su calibración mediante regresión lineal para minimizar el error de lectura y luego realizar cálculos propios de la escala de la magnitud a medir.

D. Sala de bombeo

Compuesta por 4 bombas presurizadoras de agua, marca Grundfos, de las cuales 3 se encuentran funcionando a lazo cerrado con PID por la unidad de control CU 352, de la misma marca; mientras que la bomba restante funciona como auxilio y se controla manualmente. Previamente al desarrollo realizado, se tenía la misma situación que la ocurrida con el nivel de cisternas y caudalímetro de entrada, los datos de interés solo podían verse o modificarse de manera local (principalmente, porcentajes de funcionamiento de cada bomba, alarmas, o cambiar el valor de presión de agua de salida).

Por lo expuesto, para obtener control de acceso remoto al bombeo de agua fue necesario ahondar en las características del controlador CU 352 de Grundfos, y determinar si existe posibilidad de conexión remota. La investigación llevó a adquirir un módulo accesorio (CIM050) que permite realizar comunicación serie RS485. Una vez conectado físicamente, se procedió a decodificar el lenguaje de comunicación propio de la marca Grundfos, llamado GENIbus (Grundfos Electronics Network Intercommunications Bus, 1997); en el cual para cada dato o acción a realizar se debe solicitar una petición desde el dispositivo remoto, en nuestro caso, la Oficina Virtual.

E. Sala de cloro

En esta sala se almacena cloro líquido de alta pureza en dos estanques de 1000 litros. Si bien, se trata de agua potable que llega a la ciudad, se vuelve a clorar localmente para lograr la desinfección de bacterias y organismos patógenos que pudiera llegar a haberse generado durante el transporte por cañerías. La dosificación de cloro se realiza a través de una bomba de cloro marca Grundfos, modelo SMART Digital S – DDC, tomando al valor de caudal de agua de ingreso (proveniente del caudalímetro KROHNE, en lazo de corriente 4-20 mA) como entrada de control de la dosificación.

Dado que una adecuada clorinación es fundamental para garantizar la calidad del servicio, se monitorea dicha bomba de dosificación y nivel de cloro disponible en los estanques. Para el monitoreo de la bomba de cloro se utilizó una salida a relé presente en el dispositivo; estos pulsos de disparo son dependientes del valor de dosificación, por lo que se procedió de manera similar a la lectura de pulsos del caudalímetro de entrada, determinando la lectura mediante una entrada por interrupciones. Para determinar el porcentaje de llenado de los estanques de cloro se utilizaron sensores ultrasónicos JSN-SR04T mencionados previamente, que, mediante calibración física y cálculos dentro del programa del microcontrolador, se convierte a porcentaje de llenado.

Conclusiones

Luego de la implementación física de cada módulo se procedió a realizar los ajustes finos de calibración y de transmisión. Una vez que se eliminaron estas fallas, se fueron desarrollando las vistas a usuario dentro de la Oficina Virtual. Cabe aclarar que todas las contrastaciones de datos fueron realizadas tomando como patrón al indicador local propio de cada máquina o equipo de medición, previamente mencionados según sea el caso.

Podemos concluir que los resultados del desarrollo han sido satisfactorios, debido a lo manifestados por el personal del área pertinente. Tras 2 años de puesta en marcha de los primeros dispositivos de medición, se evidencian mejoras en la toma de decisiones y con ello, se logró evitar realizar cortes del servicio.

Específicamente hablando, podemos cuantizar el impacto del prototipo desarrollado considerando el número de cortes del servicio o reducción de presión en horas pico debido a la alta demanda y a un manejo ineficiente de la información (principalmente el nivel de cisternas y caudales de ingreso y egreso). Si bien, no se tienen números exactos de la cantidad de cortes producidos en periodos estivales anteriores, ocurrían con una frecuencia semanal. Actualmente, gracias a la disponibilidad de información al instante, se redujo prácticamente en su totalidad el número de cortes del servicio.

Se puede considerar también como indicador de resultados el número de horas de trabajo dedicadas al mantenimiento. En la cual, previamente a la instalación del proyecto en cuestión, un operario se dirigía diariamente hacia la planta de bombeo de agua y mediante observación de los indicadores en los tableros registraba en una planilla los valores de nivel de cisterna y caudal de ingreso de agua. A su vez debía dirigirse hacia el depósito de almacenamiento de cloro y corroborar la cantidad disponible y el correcto funcionamiento del dosificador de cloro. Sumado a esto, durante el periodo comprendido entre los meses septiembre a marzo, se gestionaba una reducción de presión de agua durante la noche, en la que un operario de turno se dirigía a la planta a medianoche para modificar el parámetro de presión, y nuevamente al amanecer para reestablecer a la presión diurna. Tras el monitoreo y control por acceso remoto, todas estas tareas mencionadas fueron eliminadas completamente, debido al registro continuo de información y automatización de tareas.

Actualmente, como una segunda etapa a corto plazo, se busca realizar un mapeo de los niveles de presión en diferentes puntos de la red local, con el fin de detectar posibles pérdidas o conexiones indebidas.

Referencias

Cossavella, A. (2019). Contaminación de agua. Maestría en Ingeniería Ambiental - Universidad Tecnológica Nacional. San Francisco.

Fernández Cirelli, A., & Du Mortier, C. (2005). Evaluación de la condición del agua. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.

GENIbus Grundfos Electronics Network Intercommunications Bus (1997).

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Municipalidad de Morteros. (s.f.). Obtenido de <https://www.morteros.gob.ar/>

Región Objetivo (Redacción). (29 de 12 de 2020). Morteros: la red de agua potable llegará al 100% de la población. Obtenido de <https://regionobjetivo.com.ar/contenido/303/morteros-la-red-de-agua-potable-llegara-al-100-de-la-poblacion>

Shiva Shankar J; Dr.S.Palanivel; Dr.S.China Venkateswarlu; M.Sowmya. (Diciembre de 2019). MQTT in Internet of Things. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 06(12).

Diseño de filtros activos basados en optimización de cría de elefantes

Active filter design based on Elephant Herding Optimization

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Mónica Lovay

Grupo de Estudios en Calidad en Mecatrónica, Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
mlovay@gmail.com

Gabriela Peretti

Grupo de Estudios en Calidad en Mecatrónica, Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional, y Grupo de Desarrollo Electrónico e Instrumental, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
gperetti@frvm.utn.edu.ar

Eduardo Romero

Grupo de Estudios en Calidad en Mecatrónica, Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional, y Grupo de Desarrollo Electrónico e Instrumental, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
gecam@frvm.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo propone la aplicación de un algoritmo evolutivo reciente, optimización de cría de elefantes (EHO, Elephant Herding Optimization) como parte de una estrategia para dimensionar los componentes pasivos de un filtro activo de alto orden diseñado como cascada de secciones de segundo orden. EHO debe encontrar para cada etapa del filtro los valores estandarizados de resistencias y capacitores que minimicen el error de diseño. Como caso de estudio se adopta un filtro pasabajo Chebyshev de décimo orden, con componentes compatibles con la serie E-192. EHO se modifica para optimizar en un espacio de búsqueda discreto. Los resultados alcanzados muestran que EHO obtiene configuraciones que presentan errores mínimos, con un costo computacional bajo, siendo exitosa su aplicación al caso de estudio.

Palabras clave: optimización de cría de elefantes, filtros activos de alto orden, selección de componentes pasivos.

Abstract

This paper proposes the application of a recent evolutionary algorithm, Elephant Herding Optimization (EHO), as part of a strategy to size the passive components of a high-order active filter designed as a cascade of second-order sections. EHO must find for each stage of the filter the standardized values of resistors and capacitors that minimize the design error. As a case study, a tenth-order Chebyshev low pass filter is adopted, with components compatible with the E-192 series. EHO is modified to optimize over a discrete search space. The results achieved show that EHO obtains configurations that present minimal errors, with a low computational cost, being successful its application to the case of study.

Keywords: Elephant Herding Optimization, high-order active filters, selection of passive components.

Introducción

Los filtros activos son ampliamente utilizados en el área de instrumentación, comunicación y control. Particularmente, el diseño de un filtro activo de alto orden implica el dimensionamiento de una gran cantidad de componentes pasivos (resistencias y capacitores). Por otro lado, este proceso no se limita solamente a seleccionar los componentes que permiten al filtro cumplir con determinadas especificaciones, sino que además es necesario considerar que estos valores deben estar contenidos en alguna de las series industriales E. Estas series, utilizadas para estandarizar los valores de los componentes, limitan los valores que pueden asumir los componentes.

Los métodos convencionales para dimensionar resistencias y capacitores en un filtro activo (Raut R. & Swamy M. N. S., 2010) han sido reemplazados en los últimos años por estrategias basadas en algoritmos evolutivos (EA, Evolutionary Algorithms) que transforman el problema de diseño en un problema de optimización. Las mismas permiten obtener filtros que cumplen con las especificaciones con errores de diseño considerablemente inferiores a los obtenidos con métodos tradicionales. Son numerosos los EAs propuestos para dimensionar filtros, entre otros: algoritmos genéticos, optimización por enjambre de partículas, evolución diferencial, vortex search y tabu search (Doğan & Ölmez, 2015; Durmuş, 2018; Lovay et al., 2019; Vural et al., 2012).

Un EA nuevo lo constituye la optimización basada en la cría de elefantes (EHO, Elephant Herding Optimization) (Wang et al., 2016), que es simple, de implementación relativamente directa ya que sólo requiere de operadores matemáticos primitivos y necesita del ajuste de muy pocos parámetros en comparación con otros EA. Teniendo en cuenta estas características, en este trabajo se propone utilizar EHO como parte de un método para seleccionar los valores de los componentes pasivos de un filtro activo de alto orden. Con el propósito de analizar el desempeño de la estrategia presentada se propone su aplicación en el dimensionamiento de un filtro Chebyshev de décimo orden.

Desarrollo

Especificaciones y características del filtro a diseñar. Se adopta como caso de estudio un filtro pasabajo de décimo orden diseñado mediante la conexión en cascada de cinco bloques bicuadráticos IGMFB (Infinite-Gain Multiple Feedback). La Figura 1 muestra el circuito correspondiente.

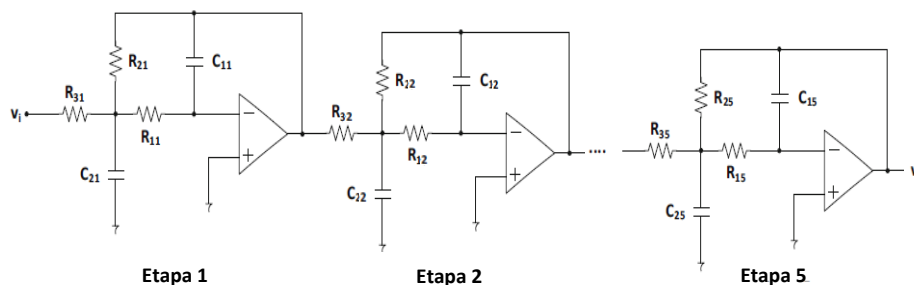


Figura 1. Filtro IGMFB de décimo orden.

La función de transferencia de este filtro es:

$$H(s) = \prod_{i=1}^5 H_i(s) = \prod_{i=1}^5 \left(\frac{G_i}{1 + \frac{s}{2pFSF_i \cdot f_c \cdot Q_i} + (2pFSF_i \cdot f_c)^2} \right) \quad (1)$$

En (1), Q_i es el factor de calidad y G_i la ganancia en la banda de paso de cada una de las secciones. $2\pi FSF_i f_c$ representa la frecuencia de polo, y es el producto del factor de escala de frecuencia FSF_i por la frecuencia de corte f_c del filtro.

Para cada etapa IGMFB se considera $G_i=1$, que se obtiene haciendo $R_{2i}=R_{3i}$. Además, se encuentran los valores funcionales en términos de los valores de los componentes pasivos como:

$$FSF_i = \frac{1}{2pf_c \sqrt{R_{1i}R_{2i}C_{1i}C_{2i}}}; \quad Q_i = \frac{\sqrt{R_{1i}R_{2i}C_{1i}C_{2i}}}{(2R_{1i}+R_{2i})C_{1i}} \quad (3)$$

Para este trabajo se adopta una aproximación Chebyshev con 1 dB de ripple, con $f_c=10$ KHz, cuyos valores de diseño se especifican en la Tabla 1.

Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4		Etapa 5	
FSF _{e,1}	Q _{e,1}	FSF _{e,2}	Q _{e,2}	FSF _{e,3}	Q _{e,3}	FSF _{e,4}	Q _{e,4}	FSF _{e,5}	Q _{e,5}
0,1796	1,0289	0,4626	2,935	0,7126	5,7012	0,8954	11,1646	0,9916	35,9274

Tabla 1. Valores de diseño para FSF y Q para un filtro de décimo orden con aproximación Chebyshev, 1dB.

Los componentes pasivos del filtro pueden asumir valores pertenecientes a la serie E192, en el rango [100Ω; 1MΩ] para las resistencias y [10pF; 10μF] para los capacitores.

Optimización basada en la cría de elefantes (EHO). Este algoritmo evolutivo se inspira en el comportamiento de los grupos de elefantes, compuestos de uno o más clanes liderados por una matriarca. En EHO, cada elefante del grupo familiar implementa un operador de actualización de clan para actualizar su posición en función de su posición actual y la de la matriarca. Posteriormente, el peor individuo elefante es reemplazado por un operador separador que puede acelerar la velocidad de convergencia y mejorar significativamente la diversidad de la población (Wang et al., 2016). En la Figura 2 se muestra la secuencia de operaciones efectuadas por EHO.

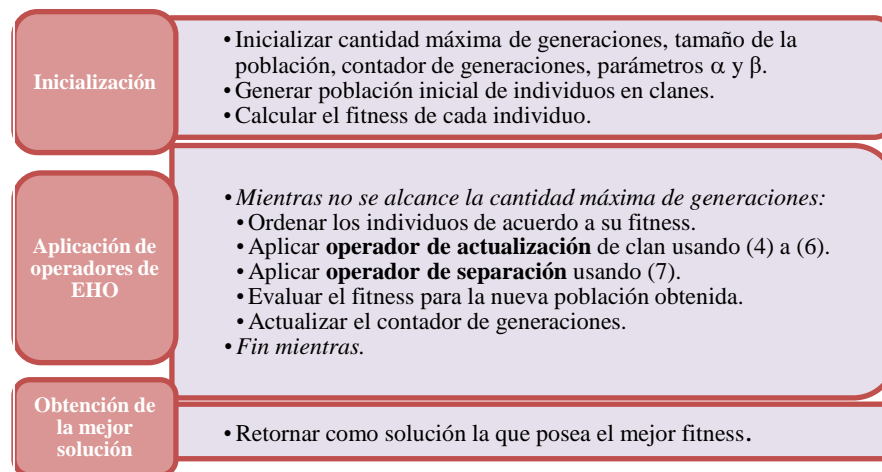


Figura 2. Secuencia de operaciones de EHO.

En la *Inicialización*, el algoritmo comienza con la generación aleatoria de la población de elefantes. La misma es dividida en un número fijo de clanes y ordenada teniendo en cuenta su valor de fitness. Luego se aplican los *operadores de EHO*, que se explican a continuación.

Operador de actualización: cada miembro j del clan ci se mueve según la matriarca del clan, que es el elefante con el mejor fitness de la presente generación. El movimiento de cada miembro está representado por (4).

$$x_{new,ci,j} = x_{ci,j} + a \cdot (x_{best,ci} - x_{ci,j}) \cdot r, \quad (4)$$

donde $x_{new,ci,j}$ es una nueva posición para el elefante j en el clan c_i y $x_{ci,j}$ representa su posición anterior, $x_{best,ci}$ es la mejor solución del clan c_i , $\alpha \in [0,1]$ es un parámetro del algoritmo que indica la influencia de la matriarca, mientras que $r \in [0,1]$ es un número aleatorio usado para mejorar la diversidad de la población en las etapas finales del algoritmo. La posición de la matriarca $x_{best,ci}$ es actualizada teniendo en cuenta (5) (Wang et al., 2016).

$$x_{new,ci} = \beta \cdot x_{center,ci}, \quad (5)$$

donde $\beta \in [0,1]$ es el segundo parámetro del algoritmo, el cual controla la influencia del centro del clan $x_{center,ci}$, definido según (6), donde n_{ci} es el número de elefantes en el clan c_i .

$$x_{center,ci} = \frac{1}{n_{ci}} \cdot \sum_{l=1}^{n_{ci}} x_{ci,l}, \quad (6)$$

Operador de separación: Este operador influye en el proceso de exploración del algoritmo. En cada clan c_i , un número los elefantes con el peor valor de fitness se mueve a las nuevas posiciones dado por:

$$x_{worst,ci} = x_{min} + (x_{max} - x_{min} + 1) \cdot rand \quad (7)$$

Método de dimensionamiento basado en EHO y definición de la función de fitness. El problema de optimización consiste en encontrar para el filtro el conjunto de valores de los componentes pasivos (resistencias y capacitores) compatibles con la serie E elegida, que le permitan minimizar los errores en las especificaciones funcionales FSF y Q de cada etapa bicuadrática.

Dado que cada etapa presenta sus especificaciones funcionales independientes de las restantes, este trabajo fragmenta el problema de optimización en varios, uno por cada una. Cada elefante Y_i es una posible configuración de filtro conformada por los valores de resistencias y capacitores de la etapa i , $Y_i = [R_{1i}, R_{2-3i}, C_{1i}, C_{2i}]$. En este caso $R_{2i} = R_{3i}$, por lo que se considera R_{2-3i} para representar a ambos. De esta manera, la mejor configuración $Y_{m,T}$ para el filtro de décimo orden se conforma mediante la unión entre las mejores configuraciones $Y_{m,i}$ alcanzadas por EHO para cada etapa i , es decir, $Y_{m,T} = (Y_{m,1}, Y_{m,2}, Y_{m,3}, Y_{m,4}, Y_{m,5})$.

La función fitness para EHO en la etapa i para evaluar la aptitud de un elefante Y_i se define:

$$Fitness(Y_i) = 0.5(Error_{FSF,i}(Y_i) + Error_{Q,i}(Y_i)), \quad (8)$$

donde $Error_{FSF,i} = \left(\frac{FSF_{e,i} - FSF(Y_i)}{FSF_{e,i}} \right)$ y $Error_Q = \left(\frac{Q_{e,i} - Q_i(Y_i)}{Q_{e,i}} \right)$, siendo $FSF_{e,i}$ y $Q_{e,i}$, los valores esperados para FSF y Q, respectivamente, en la etapa bicuadrática i (Tabla 1).

Debido a que los componentes pasivos solo pueden asumir valores discretos, se realizaron ajustes al algoritmo original, inicialmente concebido para variables reales. Para ello, se crean vectores posición $X_i = [x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i}]$ para cada elefante. Cada elemento de X_i es un valor entero que representa la posición que toma un valor específico de resistencia o capacitor dentro del vector que contiene todos los valores permitidos de la serie E en el rango especificado. Posteriormente, sobre cada vector posición son aplicados los operadores de EHO (4) a (7). Luego de este proceso, se eliminan los decimales mediante una función de ajuste. Posteriormente, para evaluar el fitness (8), se aplica función de mapeo que decodifica cada valor de X_i en su correspondiente valor de resistencia o capacitor (individuo Y_i).

Parámetros para EHO. Para los parámetros α y β , se consideran los valores 0,5 y 0,1, respectivamente, utilizados en (Wang et al., 2016). Con referencia al tamaño de la población y la cantidad máxima de generaciones, se realizan

pruebas de EHO con diferentes combinaciones de valores con el propósito de analizar su influencia en la calidad de las soluciones encontradas. Se utiliza una población de 280 individuos con 30 generaciones.

Resultados experimentales. En la Tabla 2 se reportan los valores de los componentes de cada etapa bicuadrática para la mejor solución encontrada por el algoritmo en 30 corridas con los parámetros elegidos. En la misma es posible observar que los errores para cada etapa son considerablemente bajos, siendo menores aún los de las etapas 1, 2 y 5. En la Figura 5 se presenta, mediante un diagrama de caja y bigotes, una caracterización de los valores de fitness alcanzados por EHO en las 30 realizadas para cada etapa. En todos los casos el fitness de la mejor solución encontrada en cada corrida es inferior a $2,50E-03$. La etapa 1 presenta una dispersión levemente superior a la de las demás etapas. Por otro lado, el valor mínimo y la mediana son similares para todas las etapas, a excepción de la etapa 4 que presenta valores ligeramente más altos.

Parámetro	Etapa1	Etapa2	Etapa3	Etapa4	Etapa5
$R_1 (\Omega)$	51700	298000	530	26100	6980
$R_2 (\Omega)$	6730	35700	481	1300	1840
$R_3 (\Omega)$	6730	35700	481	1300	1840
$C_1 (pF)$	9,09E-10	2,84E-11	4,02E-9	4,75E-11	4,53E-11
$C_2 (pF)$	1,78E-8	3,70E-9	4,75E-7	1,93E-7	4,37E-7
$Error_Q (\%)$	0,001	0,011	0,019	0,025	0,001
$Error_{FSF} (\%)$	0,008	0,003	0,006	0,001	0,005

Tabla 2. Características de la mejor solución encontrada por EHO para el filtro de décimo orden.

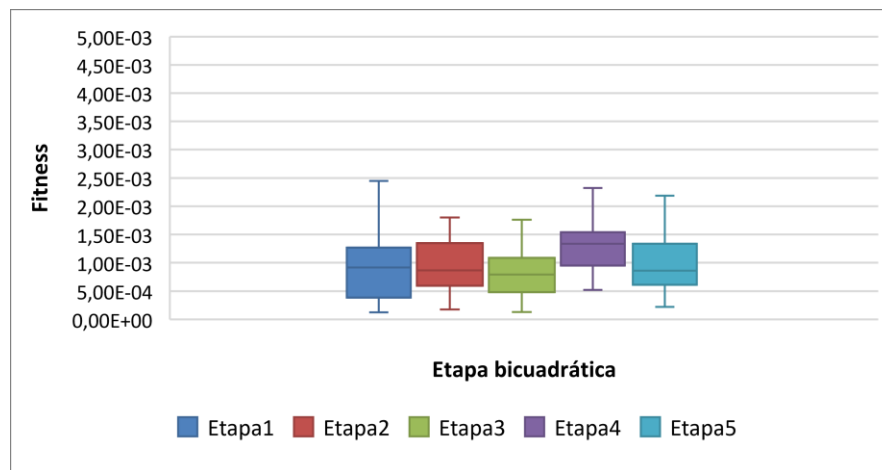


Figura 5. Diagrama de caja y bigotes para el fitness obtenido en cada etapa bicuadrática en 30 corridas.

Con el propósito de complementar la caracterización de los resultados obtenidos utilizando EHO, se visualiza en la Figura 6, la evolución del mejor fitness alcanzado por el algoritmo a través de las generaciones en cuatro corridas seleccionadas al azar, una para cada etapa bicuadrática. La figura muestra que en todos los casos el mejor fitness mejora rápidamente en las primeras generaciones mientras el algoritmo explora el espacio de búsqueda, es decir, trata de localizar zonas prometedoras dentro del mismo. Durante las siguientes generaciones, las mejoras se van atenuando debido a que en esta etapa el algoritmo intenta explotar el espacio de búsqueda, realizando una búsqueda en profundidad sobre las zonas prometedoras localizadas, con el objetivo de encontrar en ellas la mejor solución. En todos los casos el proceso de exploración del espacio de búsqueda no utiliza más de 8 o 9 generaciones, mientras que el proceso de explotación se produce entre las generaciones 10 y 15 aproximadamente, alcanzando el mejor fitness luego de la generación 17 en los cinco casos.

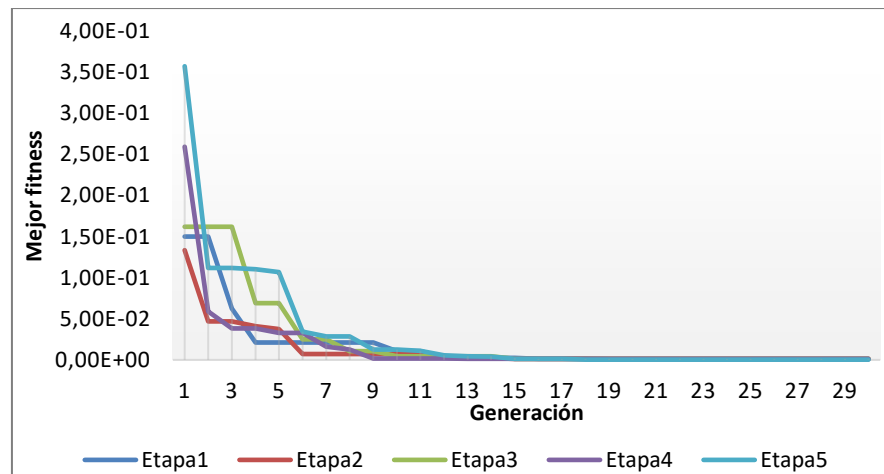


Figura 6. Evolución del mejor fitness alcanzado por EHO en cuatro corridas.

Con referencia a los tiempos de ejecución, en el presente trabajo, utilizando una PC Intel Core i5-3317U, 1.70 GHz, 4.0 GB de RAM, se obtiene con EHO una media de 0,1288 segundos por corrida, por etapa bicuadrática.

Conclusiones

El presente trabajo formuló una estrategia de selección de componentes pasivos para filtros activos de alto orden basada en el reciente algoritmo EHO. El dimensionamiento realizado para el filtro pasabajo Chebyshev de décimo orden adoptado como caso de estudio, demuestra que la estrategia presentada permite alcanzar combinaciones de valores de componentes que se corresponden directamente con la serie E elegida. En futuros trabajos se prevé explorar el desempeño de esta estrategia en otras topologías de filtros de alto orden, considerando además restricciones más exigentes respecto de las series E a adoptar.

Referencias

- Doğan, B., & Ölmez, T. (2015). Vortex search algorithm for the analog active filter component selection problem. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 69(9), 1243–1253. <https://doi.org/10.1016/j.aeue.2015.05.005>
- Durmuş, B. (2018). Optimal components selection for active filter design with average differential evolution algorithm. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 94, 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.aeue.2018.07.021>
- Lovay, M. A., Romero, E. A., & Peretti, G. M. (2019). Genetic algorithms applied to the design of robust bi-quadratic filters. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 32(2). <https://doi.org/10.1002/jnm.2531>
- Raut R., & Swamy M. N. S. (2010). *Modern Analog Filter Analysis and Design*. Wiley.
- Vural, R. A., Yildirim, T., Kadioglu, T., & Basargan, A. (2012). Performance evaluation of evolutionary algorithms for optimal filter design. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 16(1), 135–147. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2011.2112664>
- Wang, G.-G., Deb, S., Gao, X.-Z., & Witold, P. (2016). A new metaheuristic optimisation algorithm motivated by elephant herding behaviour. *Int. J. Bio-Inspired Computation*, 8(6), 7–8. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/>

Estacionamiento vehicular: un estudio de la implementación basado en visión artificial y de la confiabilidad del proceso de reconocimiento de patentes

Vehicular parking: a machine vision-based implementation and reliability study of license plate recognition process

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Marcelo Cejas

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
mcej@frvm.utn.edu.ar

Javier Gonella

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
jgonella@frvm.utn.edu.ar

Javier Panero

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
jpanero@frvm.utn.edu.ar

Fabián Sensini

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
fabiansensini@frvm.utn.edu.ar

Franco Salvático

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
fmsalvatico@frvm.utn.edu.ar

José Catalano

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Villa María. Departamento de Ingeniería en Electrónica. Argentina
jlcatalano@frvm.utn.edu.ar

Resumen

Se ha diseñado un sistema de control de estacionamiento para ser aplicado en organismos públicos. Cuenta con dos unidades principales: la detección de matrículas en el acceso y el egreso, y la otra se compone de un conjunto de sensores que permiten obtener en tiempo real la ocupación de parcelas del lugar. El sistema es comandado por un servidor central en el que corren los procesos de detección y control estadístico. Su funcionamiento es identificar el vehículo ingresante, asignar un lugar disponible y registrar el evento. A la salida se procede de manera similar, llevando el historial de movimiento del vehículo. En base a las configuraciones y análisis realizados se pudo obtener

una gran confiabilidad del software de reconocimiento de patentes y de sistema de detección de ocupación. Además, se obtuvo un tiempo de autonomía de batería de sensor de al menos 3 años.

Palabras clave: Gestión de estacionamiento, ALPR, sensor magnético inalámbrico.

Abstract

A parking control system has been designed to be applied in public organizations. It has two main process units: the detection of license plates, and the other one is composed of a set of sensors that allow to obtain in real time the occupancy of the parking lots. The system is commanded by a central server in which the detection and statistical control processes run. Its basic operation is to identify the entering vehicle, assign an available place and record the event. At the exit, the system proceeds in a similar way, keeping the vehicle's movement history. Based on the configurations and analyses carried out, it was possible to obtain a high reliability of the license plate recognition software and the occupancy detection system. In addition, a sensor battery autonomy time of at least 3 years was obtained.

Keywords: Parking management, ALPR, wireless magnetic sensor.

Introducción

Existe gran cantidad de investigaciones sobre el desarrollo de técnicas de detección, seguimiento de vehículos y asistencia al conductor (Ozbay et al., 2005). En el presente trabajo se resalta el uso de técnicas de visión artificial y procesamiento de imágenes para resolver problemas que son de gran importancia en la actualidad: tal es el caso de estacionamiento vehicular en entidades públicas de dimensiones medias a grandes. Las imágenes obtenidas de una cámara de alta resolución son procesadas con el fin que una máquina pueda asimilar todos los elementos de la imagen, es así cómo se concibe la visión artificial como el “proceso de extracción de información del mundo físico a partir de imágenes utilizando para ello un computador” (Cha et al., 1992).

Para llegar al resultado deseado, se plantea una serie de etapas, que van desde el reconocimiento de un vehículo hasta obtener el texto de la matrícula. Luego de la localización del vehículo, se utiliza la detección de patrones y caracteres, mediante el reconocimiento automático de placas de patente (Automatic License Plate Recognition, ALPR) que es la técnica de obtención de la patente a partir de una imagen o serie de imágenes (Moretti et al., 2016).

Además, para un mayor control de espacios disponibles en el estacionamiento, es posible utilizar reconocimiento de patrones y sensores, para luego ir asignando de manera estadística la ubicación a los nuevos vehículos que ingresan al predio del organismo. De esta manera realiza un registro completo de la estadía de cada unidad, para optimizar el uso del espacio en días y horarios.

Desarrollo

El sistema de control es aplicado en el área de estacionamiento de vehículos automotores de la Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional (FRVM UTN), ubicada en la ciudad de Villa María, provincia de Córdoba, Argentina. Este espacio fue diseñado para ubicar 130 vehículos, de las cuales 4 son adaptadas para personas con movilidad reducida, del personal de la institución, docentes, estudiantes y visitantes.

De acuerdo con el día y horario, el flujo de vehículos que permanecen en el estacionamiento varía según el nivel de actividad académica, la cual principalmente se desarrolla por la tarde y la noche, a partir de las 12 Hs y hasta las 22 Hs. En base al estudio de ocupación previo mediante cámaras de seguridad, se pudo determinar que existe un flujo promedio de entrada/salida de vehículos de aproximadamente 31 por hora, con máximos de entrada entre las 17 y 18 horas y máximos de salida de 21 a 22 hs. Además, permite obtener el mayor pico de ocupación que se da entre las 19 y 20 horas, como se observa en la Figura 1.

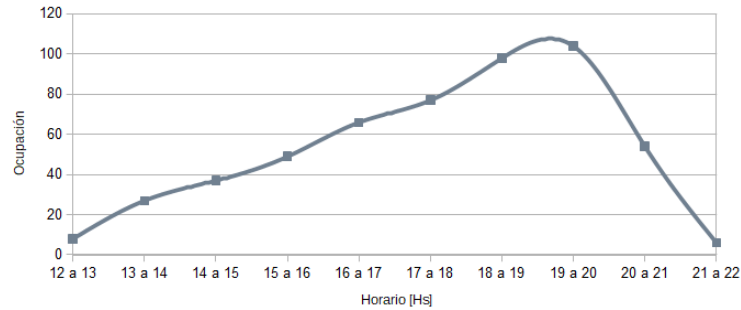


Figura 1. Ocupación promedio de parcelas

El desarrollo de este sistema se basa en la modularidad con el objeto de aislar cada una de las problemáticas y presentar soluciones de manera adecuada. El esquema general de módulos que intervienen en el funcionamiento se muestra en la Figura 2. Principalmente centrado en la etapa de reconocimiento de patentes, mediante la implementación de un prototipo funcional.

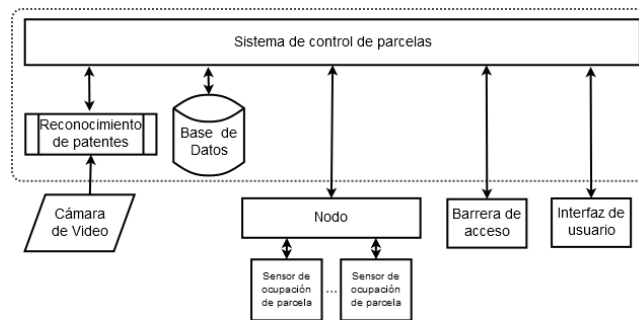


Figura 2. Esquema general de módulos

Para el reconocimiento de patentes existe una variedad de herramientas disponibles capaces de realizar esta tarea, las cuales en su mayoría requieren entrenamiento para reconocer las patentes de diferentes jurisdicciones. De manera sintética el reconocimiento de patentes conlleva una serie de etapas (Gaikwad et al., 2014), mostradas en la Figura 3.

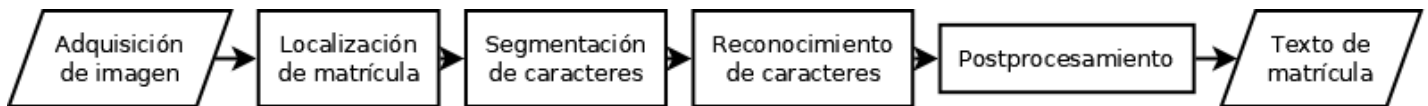


Figura 3. Etapas del reconocimiento de patentes.

El primer paso es la adquisición de una imagen que puede ser frontal o posterior del vehículo mediante una cámara digital de alta resolución. La imagen puede estar afectada por numerosos factores propios de la toma de imagen como son distorsión óptica, ruido, exposición incorrecta o movimiento, que dificultan el posterior procesamiento de esta. En la localización de la matrícula se hallan posibles áreas con formas compatibles. Para la segmentación de caracteres, se hace una separación de cada carácter respecto de los otros generando nuevas

imágenes. El paso más importante y crítico es el reconocimiento de caracteres, que consiste en escalar y redimensionar las imágenes obtenidas en la segmentación para compararlas con los posibles caracteres de las matrículas. Se realiza mediante el reconocimiento óptico de caracteres dando como resultado todas las posibles coincidencias en conjunto con el nivel de veracidad. La última fase es el postprocesamiento, que utiliza la lista de los posibles caracteres para determinar las mejores combinaciones compatibles con las matrículas, tomando los resultados del reconocimiento sobre cierto nivel de veracidad y contrastando con el número de caracteres y tipo (letras o números) que puedan formar el dominio del vehículo.

Cabe destacar que en Argentina se encuentran vigentes dos modelos de matrículas para vehículos automotores como se muestra en la Figura 4, las cuales tienen características particulares que debieron ser ajustadas en los archivos de configuración del software para obtener una mejor correlación de los resultados con la imagen suministrada. En la Tabla 1, se señalan las especificaciones fundamentales de cada modelo.

Característica	Matrícula anterior Disp. N° 471/2011 DNRPA	Matrícula actual Disp. N° 411/2015 DNRPA
Ancho	294 mm	400 mm +/- 2 mm
Alto	129 mm	130 mm +/- 2 mm
Color fondo carácter	Negro	Blanco reflectivo
Dimensiones carácter	32 mm / 67 mm	30 mm / 65 mm
Tipografía	Sin datos	FE Engshrift
Color carácter	Blanco reflectivo	Negro
Número de caracteres	6	7
Combinación de caracteres	3 letras, 3 números	2 letras, 3 números, 2 letras
Separación entre caracteres / bloques	10 mm / 90 mm	10 mm / 31 mm

Tabla 1. Especificaciones técnicas de las matrículas vigentes en Argentina



Figura 4. Ejemplos del banco de imágenes utilizado.

De acuerdo con las evaluaciones realizadas sobre las dos versiones de patentes, se obtuvo que se realiza una detección y reconocimiento más efectivo para el nuevo diseño, considerando tomas de imágenes con ángulos horizontales que van desde los -35° a 35° respecto del frente del vehículo, y con un ángulo vertical entre 0 y 30° , respecto del nivel promedio de ubicación de la matrícula.

La detección de parcela ocupada puede ser realizada mediante reconocimiento de patrones desde cámaras elevadas (Meduri, et al., 2018) o por sistema de sensores individuales en cada parcela de estacionamiento (Ma et al., 2014). De las dos, se ha tomado como prioritaria la segunda, debido a que parte del recinto de estacionamiento posee aleros de protección que dificultan la visión desde un plano elevado de los vehículos. Para ello, se diseñan sensores inalámbricos interconectados a concentradores o nodos que informan el estado al servidor central. Los sensores, uno por cada parcela, se ubican de forma tal que el vehículo al estacionar queda sobre el sensor. Cada sensor consta

de un microcontrolador, un transceptor inalámbrico, un magnetómetro de tres ejes y una batería, tal cual se observa en la Figura 5.

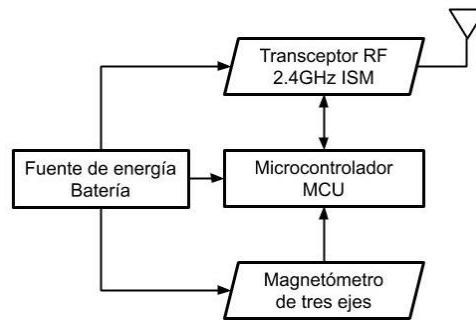


Figura 5. Sensor de ocupación de parcela

El magnetómetro de tres ejes es un circuito integrado que consta de sensores magnetorresistivos que junto a acondicionadores de señal permiten medir la magnitud y dirección del campo magnético con gran precisión. En presencia de campo magnético se produce un cambio en la resistividad del elemento lo que corresponde a un cambio en la salida. Los elementos se disponen ortogonalmente en tres ejes lo que permite medir la dirección de campo en cualquier orientación. Es posible detectar la presencia o ausencia de un vehículo sobre la parcela ya que éste modifica el campo magnético de forma local. El microcontrolador mide a intervalos específicos de tiempo el valor del campo magnético detectado. En caso de detección de un cambio en el campo magnético lo almacena y comunica al nodo concentrador. El transceptor es del tipo inalámbrico y trabaja en la banda ISM 2.4GHz (banda de radio industrial-científica-médica).

Es fundamental hacer uso eficiente de la energía consumida por cada sensor ya que depende de una batería para alimentarse. Todos los componentes son de bajo consumo, y el microcontrolador gestiona el encendido y apagado de acuerdo a la necesidad de funcionamiento del sistema.

De acuerdo con los consumos de energía medidos de cada componente y la duración de cada proceso se calcula la energía total consumida por día. La batería utilizada es de Litio con 2600mAh de capacidad nominal. Como se observa en la Tabla 2, teniendo en cuenta el flujo promedio de autos entrada/salida por día y la cantidad de parcelas disponibles en el estacionamiento podemos estimar la vida útil de batería según el número de vehículos. Para un promedio de 3 vehículos por día por parcela se calcula una vida útil de batería de 8,8 años y se observa que para 100 vehículos la vida útil se mantiene por sobre los 3 años lo cual nos da un buen desempeño para todo tipo de escenario.

Número de Vehículos	Modo de trabajo	Tiempo de trabajo por día [s]	Corriente promedio [mA]	Vida útil [Años]
0	Activo	209	0,032	9,2
	Inactivo	86190		
3	Activo	216	0,034	8,8
	Inactivo	86184		
30	Activo	281	0,048	6,2
	Inactivo	86119		
100	Activo	449	0,084	3,5
	Inactivo	85951		

Tabla 2. Consumo de corriente promedio y vida útil de batería de sensor

Los sensores se comunican con el nodo que concentra todos los mensajes enviados a él. La comunicación se gestiona de forma asincrónica y cada sensor al detectar un cambio de estado de ocupación de parcela, enciende el transceptor e intenta comunicarse al nodo. Al producirse una falla en la comunicación intenta nuevamente hasta lograrla. El nodo además del transceptor ISM se compone de una minicomputadora industrial conectada al sistema de control centralizado vía red local IP.

Conclusiones

El sistema de detección de matrículas funciona correctamente con gran confiabilidad, utilizando las configuraciones aplicadas referidas a las dimensiones y patrones de caracteres de ambos modelos de patentes, esto permite continuar con la implementación global del sistema en la Facultad, integrando con el desarrollo de los sensores de ocupación y los dispositivos de interacción con el usuario como son el indicador de parcela asignada y las barreras de acceso y egreso.

El sensor inalámbrico de ocupación de parcela tiene una autonomía suficiente y no ha presentado inconvenientes frente al entorno de instalación, lo que impacta en el bajo mantenimiento requerido. El servidor central realiza correctamente la integración de los procesos planteados, de esta manera se logra un funcionamiento general del sistema, de acuerdo lo planteado y estipulado en las etapas de investigación.

Referencias

- Cha, Kichul, Kenneth W. Horch, and Richard A. Normann. "Mobility performance with a pixelized vision system." *Vision research* 32.7 (1992).
- Gaikwad, Dhiraj Y., and Pramod B. Borole. "A Review Paper on Automatic Number Plate Recognition (ANPR) System." *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)* 1.1 (2014).
- Ma, Sai, et al. "Reliable wireless vehicle detection using magnetic sensor and distance sensor." *International Journal of Digital Content Technology and its Applications* 8.1 (2014): 112.
- Meduri, Praveen, and Eric Telles. "A Haar-Cascade classifier based Smart Parking System." *Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp)*, 2018.
- Moretti, I., Jorge, J., Amado, J., Caniglia, C., Puntillo, D., & Blasco, M. "Software libre para reconocimiento automático de las nuevas patentes del Mercosur". (2016).
- Ozbay, Serkan, and Ergun Ercelebi. "Automatic vehicle identification by plate recognition." *World Academy of Science, Engineering and Technology* 9.41 (2005).

Gateway LoRa experimental para despliegue de dispositivos de medición IoT

Experimental LoRa gateway for deployment of IoT measurement devices.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Sergio Felissia

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
sfelissia@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Gastón Peretti

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
gperetti@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Jorge Bossio

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
jbossio@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Gastón Pautasso

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
gaston_paut@hotmail.com

Alejo Casas

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
atlcasas15@gmail.com

Resumen

Se describe el dispositivo de medición y la red IoT ad-hoc implementada, utilizando la tecnología LoRa, a través de módulos de sistemas embebidos, cuyo concentrador (*gateway*) se ubicó en la azotea de un edificio del centro de la ciudad a una altura aproximada de 100 metros. El sistema así implementado nos permitió un radio de cobertura de alrededor de 15 km a través del enlace en 915Mhz, lo cual nos aseguró cubrir la totalidad del radio urbano de la ciudad de San Francisco. El enlace con el dispositivo de medición se realiza a través de transceptores LoRa, basados en el módulo SX1276, que permiten con una mínima potencia de 20 dbm (100mW), alcanzar el rango de cobertura deseado. Para el enlace de *backhaul* se utiliza la red 4G. La red Wifi implementada dentro del gabinete del *gateway* permite conectar el transceptor LoRa y una placa Raspberry Pi 3 con la cual se realiza la programación del módulo

LoRa en forma remota. Un servidor MQTT y una aplicación Node-Red ejecutándose en la nube y registrando en una base de datos, los valores de las variables medidas completan el paquete tecnológico.

Palabras clave: Red IoT, LoRa, Servidor MQTT, Gateway LoRa.

Abstract

The measurement device and the IoT ad-hoc network implemented using LoRa technology are described, through embedded modules, whose hub (gateway) was located on the roof of a building in the city center at an approximate height of 100 m. meters. The system implemented in this way allowed a coverage range of around 15 km through the 915Mhz link, which ensured that we covered the entire urban radius of the city of San Francisco. The link with the measure device is made through LoRa transceivers, based on the SX1276 module, which allow, with a minimum power of 20 dbm (100mW), to reach the desired coverage range. For the backhaul link, the 4G network is used. The Wi-Fi network implemented inside the gateway cabinet allows connecting the LoRa transceiver and a Raspberry Pi 3 board with which the LoRa module programming is done remotely. An MQTT server and a Node-Red application running in the cloud and recording in a database the values of the measured variables complete the technological package.

Keywords: IoT Network, LoRA, MQTT server, LoRA Gateway.

Introducción

El presente trabajo busca el desarrollo de una plataforma capaz de llevar a cabo mediciones, tanto fijas como móviles, en distintos puntos del ejido urbano de la ciudad de San Francisco. El módulo embebido de medición lee y procesa la información y la envía al concentrador (Gateway) de la red IoT que se encuentra instalado en altura, en una locación céntrica. Para el enlace con los dispositivos de medición se utilizan módulos transeptores que transmiten y reciben en una banda de frecuencias no licenciada (ISM), de 915 MHz a 928 MHz, que está identificada por la alianza de empresas que financian el desarrollo de LoRa como AU915, que es el estándar que se adoptó en Argentina. Esta forma de modulación y transmisión de RF, tiene ventajas para su utilización en aplicaciones IoT, donde se miden de variables físicas en campo. Las ventajas de la tecnología LoRa son:

- Utiliza la banda de frecuencia ISM sin licencia.
- Es una solución flexible que se puede adaptar fácilmente.
- Es escalable.
- Es compatible con la comunicación bidireccional.
- Proporciona un alto nivel de seguridad debido a los algoritmos de encriptación.
- Proporciona eficiencia energética.

Desarrollo

En la Figura 1, se observa el diagrama en bloques del sistema completo, donde se pueden identificar las dos partes que componen el sistema, el módulo concentrador y el dispositivo de medición móvil.

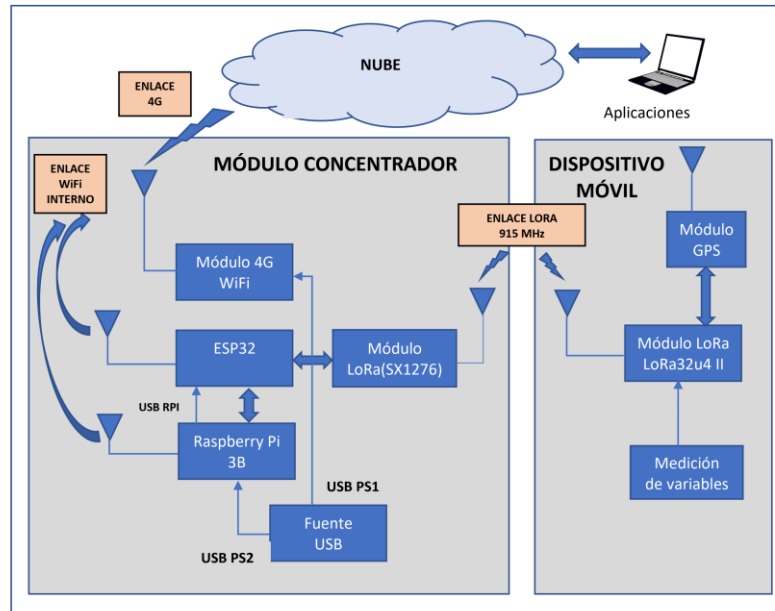


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema completo

Módulo concentrador:

Este módulo hace las funciones de Gateway entre los dispositivos de medición móviles o fijos distribuidos sobre la superficie del ejido urbano de la ciudad y alrededores, con un radio de cobertura de aproximadamente 15 km. Consta de un módulo de radio LoRa, con su correspondiente antena, conectado a una placa embebida de la firma Espressif, ESP32 que incluye conectividad WiFi estándar. Por otro lado, un modem 4G-WiFi permite la conexión a Internet del módulo ESP32, a través de la red de telefonía celular. Se incluye dentro del módulo una placa Raspberry Pi 3B, para realizar monitoreo remoto del sistema y además realizar cambios en la programación del módulo embebido ESP32 que controla la radio LoRa, basada en el integrado SX1276 de Semtech.

La conectividad LoRa.

LoRa es un tipo de modulación SS-Spread Spectrum, y la novedad de esta técnica consiste en el uso de una señal chirp que varía constantemente con la frecuencia [2]. La ventaja de utilizar este método es que el desplazamiento en tiempo y frecuencia para el emisor y el receptor es el mismo, lo que reduce considerablemente la complejidad del receptor. La técnica de modulación LoRa es del tipo Chirp Spread Spectrum (CSS). Utiliza diferentes factores de dispersión de modulación (SF) que van desde SF7 a SF12. Este mecanismo proporciona resistencia a la interferencia y al desvanecimiento por trayectos múltiples [3],[4]. Así, es posible ajustar individualmente por nodo la tasa de modulación y la potencia de transmisión. Si se aumenta el SF, el tamaño del paquete se reducirá, lo que dará como resultado una mayor potencia sobre el canal y una mayor distancia de comunicación. La Tabla 1 presenta los factores de dispersión de LoRa para un ancho de banda de 125 kHz. Como se puede observar, si se aumenta el factor de expansión, se reduce la tasa de bits, se aumenta el parámetro de tiempo en el aire, pero se mejora significativamente el límite de SNR, y por lo tanto aumenta el rango de alcance.

Tabla 1. Factores de expansión LORA para ancho de banda de 125 KHz. [2],[3]

Spreading Factor	Symbols/second	SNR limit	Time-on air for 10 bytes packet [ms]	Bitrate [bits/sec]
7	976	-7.5	56	5469
8	488	-10	103	3125
9	244	-12.5	205	1758
10	122	-15	371	977
11	61	-17.5	741	537
12	30	-20	1483	293

Placa LoRa32u4 II

Es una placa ligera y de bajo consumo basada en el Atmega32u4 con módulo LoRa 868MHZ/915Mhz. Tiene un conversor A/D de 10bits, cargador integrado de baterías de 100 mA. El módulo LoRA está basado en el módulo SX1276 de Semtech, interfaz SPI, función RSSI digital, corrección automática de frecuencia, control de ganancia automática, función Sleep, detección de bajo voltaje y sensor de temperatura.

Receptor GPS

Se utiliza un módulo receptor GPS estándar de la empresa SIMCOM (SIM808), el cual se comunica a la placa LoRa32u4 II a través de un puerto serie, que permite configurar, monitorear y leer la información de localización GPS por medio de comandos AT. La salida de los datos de posicionamiento se configura para un formato específico del protocolo NMEA. Los datos son transmitidos a través de tramas con caracteres ASCII, separados por comas. Cada sentencia es totalmente independiente de otras. Comienza con el signo "\$" y termina con una secuencia de <CR><LF> (retorno de carro, salto de línea). Los primeros dos caracteres después del signo "\$", identifican al equipo. Para los receptores GPS, el prefijo es GP. Este va seguido de una secuencia de tres letras que definen el tipo de información que se está enviando, como puede apreciarse en la Figura 2. La información suministrada por la salida en este formato es latitud, longitud, altitud, fecha y hora.

```
AT+CGPSOUT=32
OK
$GPRMC,153832.000,A,3125.5649,S,06205.5254,W,0.21,123.80,030922,,A*62
```

Figura 2: Comandos AT para activar la transmisión de información y su correspondiente salida.

Software

Debemos identificar distintos componentes del software del sistema completo. A saber: Firmware de la radio LoRa controlada por el ESP32, el firmware del dispositivo de medición móvil, los softwares instalados en el servidor virtual, servidor MQTT y flujos NodeRED (Figura 4) [6] de manejo de la base de datos y paneles de visualización (Figura 3). Se dispone de una máquina virtual instalada en la nube a través de un proveedor (ISP) donde se encuentra instalado un servidor (Broker) de protocolo MQTT. El protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) es un protocolo PubSub de *Message Service* que actúa sobre TCP. Destaca por ser ligero, sencillo de implementar. Resulta apropiado para dispositivos de baja potencia como los que frecuentemente tenemos en IoT. Está optimizado para el *routing* activo de un gran número de clientes conectados de forma simultánea. MQTT es un servicio de mensajería con patrón publicador/suscriptor (pub-sub). En este tipo de infraestructuras los clientes se conectan con un servidor central denominado *broker*[1].

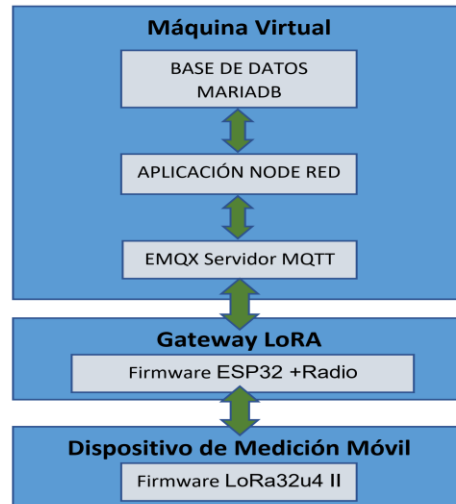


Figura 3: Esquema de los componentes de software.

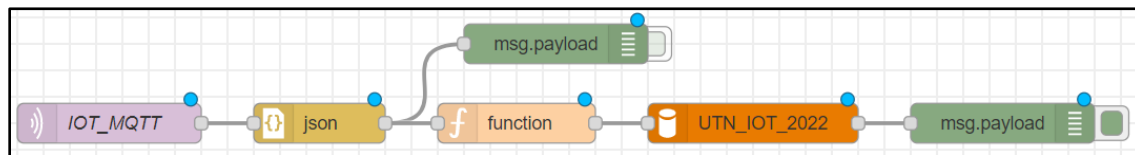


Figura 4: Flujos NodeRED para recibir objetos JSON, separar datos y almacenar en base de datos.

Los datos relevados son publicados en un tópico definido en el firmware del dispositivo de medición. El formato de publicación es JSON[6]. En la Figura 5 se observa la estructura del objeto JSON diseñado.

```

1  {
2      "Lat": "31.255649",
3      "SN": "S",
4      "Long": "62.055254",
5      "WE": "W",
6      "Alt": "153.832",
7      "Valor 1": "0.3244",
8      "Valor 2": "7.7650",
9      "Dispositivo": "02"
10 }

```

Figura 5: Estructura del objeto JSON.

Software del Concentrador LoRa-4G.

Los paquetes de software instalados en la máquina virtual que actúa como servidor son: EMQX (Servidor de MQTT)[1], Node-Red (Entorno de programación basado en el *framework* de Node.JS [4] para realizar aplicaciones ejecutables en navegador (paneles de monitoreo y registro de datos), XAMPP: paquete del servidor web Apache que incluye servidor de base de datos SQL(MariaDB) y phpMyAdmin. Se configura Node-Red para que se ejecute como servicio, en segundo plano, de modo que permanentemente realice las tareas de conexión al servidor MQTT, obtenga el paquete de datos enviado por el dispositivo, separe los valores de las variables leídas, guarde en una base de datos esos valores y presente los datos en una pantalla de monitoreo (*dashboard*).

Resultados

Se realizaron pruebas de cobertura para determinar el alcance de la transmisión de los dispositivos utilizando distintos factores de expansión SF. Los experimentos se realizaron sobre una línea recta desde el dispositivo a la antena del concentrador. En la Tabla 2 se detallan los rangos alcanzados comparativamente para cada SF.

Tabla 2: Comparación de rangos de cobertura obtenidos para diferentes SF. Ancho de banda B=125 KHz.

Factor de expansión SF	Bit rate [bit/s] (Tabla 1)	Rango [m] (experimental)
7	5469	5600
10	977	9100
12	293	12550

Conclusiones

Se concluyó que el sistema es operativamente eficiente para tomar mediciones de dispositivos fijos y móviles desplegados en el área de cobertura y almacenarlas en una base de datos alojada en un servidor externo (nube). En este trabajo se describen los componentes que se pusieron en juego para implementar una red ad-hoc para tomar mediciones de cualquier variable susceptible de ser medida a través de sensores en un área de cobertura de aproximadamente 15 km. El sistema se implementó y se utilizó para realizar algunas mediciones de prueba, de distintos dispositivos de medición fijos y móviles. para integrar el primer concentrador (Gateway) de la red piloto desplegado en la ciudad para recibir los datos de los dispositivos de medición y registrarlos de forma que, en tiempo real o en cualquier momento, puedan ser accedidos por las aplicaciones. En próximas etapas, se trabajará para escalar el sistema a una mayor cantidad de nodos, ampliar el firmware del concentrador para agregar una metodología de acceso a la red Ad-Hoc que evite la pérdida de paquetes, asegure la integridad de los datos y se eviten las colisiones. La instalación de una placa ARM Raspberry Pi a bordo del equipo concentrador, le da la flexibilidad de modificar el firmware de forma remota, característica que es muy útil para las nuevas instancias de desarrollo.

Referencias

- [1] M. Bender, E. Kirdan, M. -O. Pahl and G. Carle, "Open-Source MQTT Evaluation," *2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369499.
- [2] A. Lavric, V. Popa. "Internet of Things and LoRa Low-Power Wide Area Networks Challenges", 2017. ECAI 2017 - International Conference – 9th Edition Electronics, Computers and Artificial Intelligence 29 June - 01 July, 2017, Targoviste, Rumania.
- [3] Semtech, "LoRa and LoRaWAN: A Technical Overview" Accedido: 12/09/2022 Recuperado de: <https://lora-developers.semtech.com/documentation/tech-papers-and-guides/lora-and-lorawan/>
- [4] Semtech, AN1200.22 "LoRa Modulation Basics, Application Note" Accedido: 05/09/2022 Recuperado de AN1200.22.pdf. <https://semtech.my.salesforce.com/>.
- [5] Node-RED, Página web: "Node-Red Cookbook", Accedido: 05/09/2022. Recuperado de: <https://cookbook.nodered.org/#mqtt> .
- [6] JSON.ORG, Página web: "Introducing JSON", Accedido 12/09/2022. Recuperado de: <https://www.json.org/json-en.html>

Monitoreo de seguridad y mantenimiento de datacenters y *shelters*

Security and Maintenance Monitoring of Data Centers and Shelters

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Leonardo Depetris

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. San Francisco, Córdoba. Argentina.
leodepetris@gmail.com

Damian Romani

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
dromani@coopmorteros.coop

Joaquín Gonzalez

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
jgonzalezi@coopmorteros.coop

Claudio Bottero

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
cbottero@coopmorteros.coop

Lorenzo Depetris

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
ljdepetris@coopmorteros.coop

Diego Vaira

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
dvaira@coopmorteros.coop

Juan Gonzalez

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
fgonzalez@coopmorteros.coop

Resumen

Este proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo que permita asegurar condiciones físicas óptimas de operación y mejore la seguridad mediante el control de acceso a *datacenters*, *shelters* o salas con equipos electrónicos en general

El prototipo se centra en obtener información del ambiente interior del recinto, específicamente, la temperatura y humedad en uno o más puntos; para garantizar el normal funcionamiento también se realiza la medición de la corriente consumida por los equipos de aire acondicionado; mientras que, con respecto a la seguridad, se optó por detectar apertura de puertas. Tras su puesta en marcha, se concluye que se trata de un prototipo útil, logrando

mejorar la respuesta ante fallos e incidentes; no obstante, para un monitoreo completo, resta incluir la tele lectura de los equipos UPS y generadores, los cuales se encuentran aún en etapa de desarrollo.

Palabras clave: Internet de las Cosas, Protocolo MQTT, Data Center, Shelter

Abstract

This project involves the development of a prototype that ensures optimal physical operating conditions and guarantees security by controlling access to datacenters, shelters, or rooms with electronic equipment in general.

The prototype focuses on obtaining information about the enclosure internal environment, specifically, the temperature and humidity at one or more points; To guarantee normal operation, the measurement of the current consumed by the air conditioning equipment is also carried out; while, about security, it was decided to detect the opening of doors. After its implementation, it is concluded that it is a useful prototype, managing to improve the response to failures and incidents; however, for a complete monitoring, it remains to include the remote reading of the UPS and generator equipment, which are still in the development stage.

Keywords: Internet Of Things, MQTT Protocol, Data Center, Shelter

Introducción

Producto del aumento en la necesidad de información, los equipos han incrementado la exigencia de energía para procesar los datos, lo que da como resultado un incremento importante en la densidad de los procesadores junto con la escalada de calor correspondiente. Para alcanzar la capacidad máxima de la red de sistemas, deben mantenerse por debajo de cierto rango de temperatura (un requerimiento cada vez más difícil de lograr).

Las altas temperaturas provocan fallas en los equipos impactando con altos costos derivados de las caídas del sistema, lo que hace más importante que nunca contar con equipos de climatización eficientes. Como prácticamente toda la electricidad que utilizan los procesadores se convierte en calor, el centro de datos en donde se aloja el equipo requiere proveer aire frío al sistema y reciclar las emanaciones producidas por el calor, intercambio que de realizarse en forma adecuada proporciona seguridad a la operación de los sistemas. Para prevenir fallas en los sistemas, la temperatura a la que operan debe ser menor a los 35°C / 38°C.

La Humedad Relativa (HR) y su velocidad de variación es un factor sumamente importante en el proceso de falla por corrosión dado que promueve el crecimiento de esta. Los equipos de comunicaciones están diseñados para operar en el rango 30-60% de HR. Sin embargo, en ocasiones los sistemas de refrigeración y distribución de aire elevan la HR hasta el 85%, durante el control de la temperatura. Un incremento de la temperatura ambiental puede acelerar la corrosión. Por ejemplo, se ha demostrado que el deterioro de placas de circuitos electrónicos expuestas a agentes corrosivos se acelera sensiblemente a temperaturas superiores a 27°C (Rossini, s.f.).

Algunas magnitudes físicas como la temperatura y humedad se controlan dentro de un rango preestablecido, sin embargo, éstas no se encuentran monitoreadas de forma remota por lo que habitualmente no existe forma de verificar su normal funcionamiento. Esto es de mayor interés en *Datacenter* móviles (*Shelters*) debido a su ubicación remota y sin personal de mantenimiento continuamente. A su vez, el hecho de la ubicación remota y sin personal, plantea la necesidad de garantizar la seguridad de los equipos ante robo y/o vandalismo, cuestión que también se abordará en el desarrollo del prototipo en cuestión.

Desarrollo

Durante la planificación y desarrollo del proyecto se siguió el concepto de Internet de las cosas (IoT), es decir, integrar a todos los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana, independientemente de su naturaleza. Para ello, se debió utilizar un protocolo de comunicación de datos que soporte estos requisitos. Se eligió el Protocolo MQTT, debido a que es muy útil para conexiones con clientes remotos demandando muy bajo ancho de banda de internet.

MQTT utiliza el modelo cliente / servidor. Su arquitectura contiene tres componentes, estos son: *Publishers*, un *Broker* y *Subscribers*. Cada dispositivo está conectado a un servidor (*Broker*). La dirección en la que se publicó el mensaje se llama “tópico” y cada dispositivo puede suscribirse a más de un tópico y recibir todos los mensajes que se publican en estos. Las principales responsabilidades del *Broker* MQTT son procesar la comunicación entre los clientes MQTT y distribuir los mensajes entre ellos en función de sus tópicos de interés, pudiendo trabajar con miles de dispositivos conectados al mismo tiempo. Al recibir el mensaje, el *Broker* debe buscar y encontrar todos los dispositivos que poseen una suscripción a este tópico. El *Broker* fue implementado utilizando Eclipse Mosquitto, siendo este un agente de mensajes de código abierto que implementa las versiones 5.0, 3.1.1 y 3.1 del protocolo MQTT. Es liviano y adecuado para su uso en todos los dispositivos, desde computadoras de placa única de baja potencia hasta servidores completos.

Resulta de gran utilidad mencionar la herramienta “MQTT Explorer”, la cual (una vez configurado con los datos de nuestro servidor MQTT) nos permite visualizar el árbol de tópicos de dispositivos conectados, incluso obtener gráficas rápidas, siempre y cuando tengamos configurados los campos en JSON.

En cuanto a la base de datos, se eligió InfluxDB, no solo por ser de código abierto, sino también debido a la simplicidad de su configuración, su enfoque optimizado para el monitoreo de operaciones, métricas de aplicaciones, datos de sensores de Internet de las cosas y el análisis en tiempo real.

Teniéndose como punto de partida el desarrollo previo de una oficina virtual de usuarios internos de la empresa en etapa de producción, se decidió utilizar ésta como soporte para cálculos, visualización de magnitudes instantáneas y gráficos históricos.

Como hardware se desarrollaron circuitos de medición acoplados a módulos ESP32 o Arduino DUE (con *shield* ethernet). La distinción se realizó considerando como factor predominante la disponibilidad de conexión de red o de WiFi según convenga. Se programó en lenguaje Arduino como lenguaje estándar para los scripts de cada dispositivo desarrollado, principalmente por la disponibilidad de librerías utilizadas y las que puedan necesitarse en ampliaciones futuras.

Salas en las que se aplicó el prototipo

Datacenter: esta sala requiere únicamente monitoreo de humedad y temperatura. Debido a la gran cantidad de servidores y equipos electrónicos, se monitorea temperatura en 2 puntos de la sala. A su vez, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado se colocaron sensores de corriente en su cable de alimentación.

Sala con equipos electrónicos varios: de igual manera que la sala anterior, se determinó la necesidad de monitorear la temperatura y humedad, como así también contar con la disponibilidad de adquirir información de consumo, según sea el caso.

Nodo de TV: siguiendo la misma lógica que en los casos anteriores, vemos que la necesidad primordial radica en monitorear las condiciones ambientales de su interior y el correcto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado. Esta sala incluye como nuevo requerimiento el control y monitoreo de las balizas de seguridad presentes en la antena.

Shelters remotos: por lo expuesto inicialmente, estos equipos se encuentran en peores condiciones debido a su ubicación, quedando más expuestos a condiciones climáticas adversas y vandalismo. Es por ello, que además de requerir las anteriormente mencionadas mediciones de temperatura, humedad, consumo de aires acondicionados y control de balizas, se debe garantizar la seguridad de este, cuestión que se monitorea mediante sensores de puertas.

Para desarrollar un único hardware que permita su aplicación indistintamente en cada una de estas salas se consideró que el prototipo sea capaz de tomar datos de dos sensores de temperatura y humedad, capaz de medir dos corrientes, detectar cierre/apertura en dos puertas y controlar una baliza. A su vez se decidió desarrollar un segundo dispositivo capaz de medir corriente (monofásica o trifásica), debido a que pueden existir varios puntos de medición de interés dentro de una misma sala. Cabe aclarar que cada una de estas salas complementa su seguridad con sistemas de cámaras y alarmas, cuestiones que exceden a este prototipo.

Sensores utilizados

Para la determinación de humedad y temperatura se utilizaron sensores de DHT11, el cual tiene la suficiente exactitud de medición para la aplicación que se busca.

En cuanto a la medición de corriente se decidió utilizar el módulo ACS712, capaz de medir tanto corriente alterna como de corriente continua utilizando la tecnología de efecto Hall. Consta de un circuito de tamaño reducido y a su vez, resulta ser de muy bajo costo. El módulo de sensor ACS712 tiene 3 variantes: ACS712-05B en el rango de -5A a 5A, ACS712-20A en el rango de -20A a 20A, ACS712-30A en el rango de -30A a 30A; permitiendo versatilidad de medición ya que un mismo hardware implementado puede adaptarse según el consumo estimado del equipo a controlar simplemente intercambiando el módulo.

Se utilizó un transistor TIP122 para comandar las luces led propias de las balizas, mientras que la secuencia de encendido/apagado se determina por software.

Por último, para la medición de corriente alterna monofásica o trifásica del segundo prototipo se utilizó el sensor de corriente SCT-013. Esta familia de sensores de corriente es no invasiva para medir la intensidad de corriente alterna que circula por un conductor, es decir, sin cortar el cable o conductor. Los sensores SCT-013 están contruidos como un transformador de corriente, que proporciona una medición proporcional a la corriente que atraviesa el circuito. Este tipo de medición indirecta, se la conoce como inducción electromagnética. Debido a que la señal proveniente del sensor presenta un offset, se utiliza un ADC externo que permita maximizar la resolución de medición.

Luego de la implementación física de los módulos se procedió a realizar los ajustes finos de calibración y de transmisión. Una vez eliminadas estas fallas, se desarrollaron los indicadores y gráficas a usuario dentro de la Oficina Virtual, que se observan en la Figura 1.

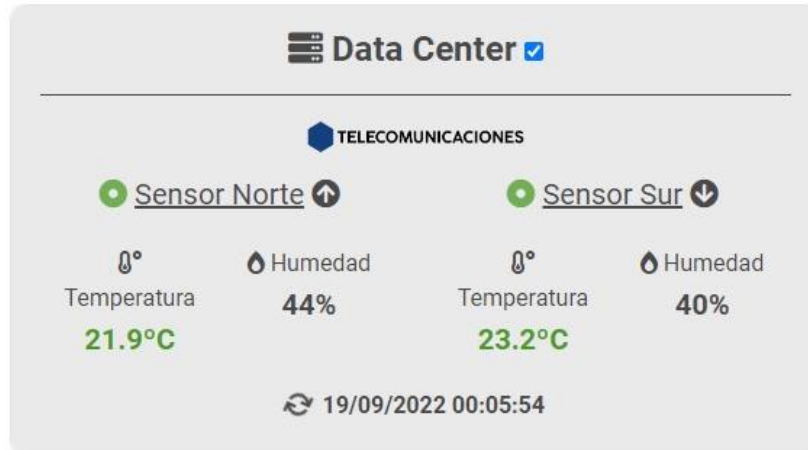


Figura 1: ejemplo de indicador en Oficina Virtual CoopMorteros

Conclusiones

Tras varios meses desde la implementación física del desarrollo se puede concluir favorablemente, considerándolo un prototipo de gran utilidad en ambientes como los descritos. Puntualmente, existieron eventos que fueron detectados por los diversos sensores y dieron origen a una pronta respuesta correctiva, minimizando los impactos que se podrían haber causado. Por mencionar algunos, mediante las alertas y análisis de gráficas de temperatura en el nodo de TV se detectó el mal funcionamiento de un aire acondicionado, procediendo con su respectiva limpieza y reparación. Otro evento de importancia se ocasionó en uno de los *shelters* remotos, que mediante el análisis de humedad y temperatura se descubrió falta de aislación con el medio exterior, lo que llevó a la reparación del chasis para asegurar su hermetismo y estanqueidad. Como último ejemplo, también se puede mencionar un error humano que fue un cierre incorrecto de una de las puertas de otro de los *shelters* remotos, rápidamente advertido por el sistema al quitar el “modo de mantenimiento” colocado al inicio de una actualización/servicio.

A partir del uso del prototipo, surgen nuevos requerimientos de desarrollos aplicables en estos ambientes. Por un lado, debido a que estas instalaciones funcionan de manera continua y sin interrupciones, es común encontrar generadores eléctricos y fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) encargados del suministro eléctrico ante un corte; por ello, las nuevas líneas de investigación se centran lograr comunicación con estos equipos para constatar su normal funcionamiento y realizar los mantenimientos oportunamente. Mientras que, por otro lado, se encuentra en fase de desarrollo un prototipo de toma eléctrica múltiple, con control remoto online individual, que permita cortar el suministro de energía; este desarrollo resulta de gran interés en aquellos equipos que deseen apagarse o reiniciarse remotamente y no tengan esta característica.

Referencias

¿CÓMO AFECTA LA TEMPERATURA A LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS? (s.f.). Obtenido de <https://hoffman-latam.com/blog/como-afecta-la-temperatura-a-los-equipos-electricos-y-electronicos/>

Automatización para todos. (3 de septiembre de 2020). Sensor de Temperatura y Humedad Relativa DHT11 con Arduino. Obtenido de <https://www.automatizacionparatodos.com/sensor-dht11-arduino/>

Eclipse Mosquitto - Un bróker MQTT de código abierto. (s.f.). Obtenido de <https://mosquitto.org/>

Naylamp Mechatronics. (s.f.). TUTORIAL SENSOR DE CORRIENTE ACS712. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/48_tutorial-sensor-de-corriente-ac712.html

Rossini, L. A. (s.f.). Estación de Monitoreo Remoto de Variables Climáticas y Contaminantes Atmosféricos. JUI, Jornadas de Vinculación Universidad-Industriacd.

Shiva Shankar J; Dr.S.Palanivel; Dr.S.China Venkateswarlu; M.Sowmya. (diciembre de 2019). MQTT in Internet of Things. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 06(12).

Soloelectronicos. (s.f.). WATIMETRO ARDUINO Aplicaciones del SCT-013. Obtenido de <https://soloelectronicos.com/tag/watimetro-arduino/>

Red IoT para medición de parámetros del ambiente utilizando protocolo MQTT y NODERED

IoT network for measurement of environmental parameters using MQTT protocol and NODERED software.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Sergio Felissia

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
sfelissia@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Gastón Peretti

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
gperetti@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Jorge Bossio

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
jbossio@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Santiago Previotto

Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica (GIDE), Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional
santiagopreviotto@gmail.com

Resumen

El presente trabajo describe el desarrollo de un nodo de medición de parámetros ambientales, específicamente, temperatura, humedad, presión atmosférica y concentración de CO₂. El objetivo planteado en la ejecución del prototipo fue la construcción de un módulo embebido(nodo) de medición con conectividad WiFi, incluyendo sensores adecuados para la medición de las variables mencionadas. La alimentación se realiza a través de una fuente *switching* similar a la de un cargador de dispositivos móviles. El proyecto se completa con el acceso a una red IoT y la posibilidad de mostrar a través de aplicaciones web, los valores actuales y el registro temporal de las variables ambientales, obtener gráficos históricos y otros procesamientos de la información almacenada en una base de datos en la nube. Los nodos se conectan a la red WiFi de la organización. Se ha creado una máquina virtual en los servidores de la institución, en la cual se instaló un servidor MQTT. Se creó una base de datos a la cual se accede a través de aplicaciones. Se crearon *dashboard* para mostrar los valores en tiempo real y realizar consultas del registro histórico de las variables visualizado a través de gráficos.

Palabras clave: Red IoT, protocolo MQTT, NodeRED, Concentración CO₂, Ventilación, Ambiente.

Abstract

This paper describes the development of a node for measuring environmental parameters, specifically, temperature, humidity, atmospheric pressure and CO₂ concentration. The main objective in the design of the prototype was the construction of an embedded measurement module (node) with WiFi connectivity, including suitable sensors for the measurement of physical variables. Power is supplied through a switching power supply similar to that of a mobile device charger. The project is completed with access to an IoT network and the possibility of displaying, through web applications, the current values and the recording of environmental variables, obtaining graphs and other processing of the information stored in a database in the cloud. The nodes connect to the organization's WiFi network. A virtual machine has been created on the institution's servers, on which an MQTT server has been installed. A database was created which is accessed through applications. Dashboards were created to show the values in real time and consult the registry of the variables visualized through graphs.

Keywords: IoT network, MQTT protocol, NodeRED, CO₂ concentration, Ventilation, Environment.

Introducción

Se realizó el diseño de una red de medición de variables físicas, importantes para determinar el grado de ventilación de los ambientes, sobre todo ante la presencia de gran cantidad de personas. Los nodos de medición, pequeños módulos que se insertan en cualquier tomacorriente de la sala a evaluar, realizan el monitoreo de parámetros ambientales como temperatura, humedad, presión atmosférica y concentración de CO₂. En este último caso, un parámetro importante para determinar el grado de ventilación de los ambientes. Se describe la selección de los componentes del ecosistema IOT y su fundamentación. Se propuso implementar un sistema que permitiera la escalabilidad plena, de modo que se pudieran agregar nodos sin realizar cambios en la configuración del software o en la programación. El protocolo MQTT a través de su modalidad de intercambio, basada en la publicación suscripción, garantiza esta característica además de requerir recursos muy básicos, lo que permite ejecutarse en sistemas embebidos de mínimas prestaciones.

Desarrollo

Para la implementación del acceso a una red, se utiliza la misma red WiFi de acceso libre, disponible en la institución. Se creó en un servidor de la institución, una máquina virtual con recursos mínimos. Se trata de un servidor de un único núcleo, 1Gb de RAM, 10 Gb de disco de estado sólido donde se ha instalado una distribución del sistema operativo Linux. En el primer paso del despliegue de la red, se instaló el servidor MQTT. Es un protocolo ligero de publicación y suscripción (Figura 1) que se utiliza en Internet de las cosas. Su popularidad lleva a varias implementaciones en diferentes lenguajes [3].

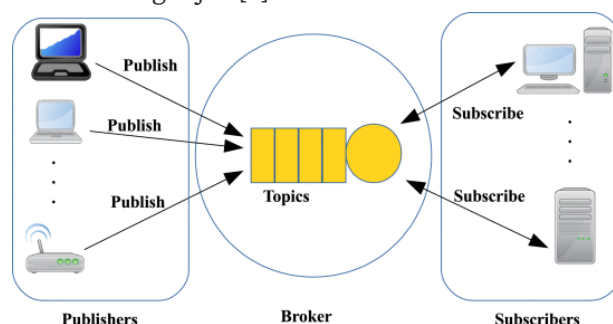


Figura 1: Estructura publicador suscriptor de MQTT [3].

Las implementaciones de MQTT de código abierto más populares son: Mosquitto, HiveMQ, EMQX, VerneMQ, MQTT.js y Paho [2]. Para la selección de alguna de las plataformas de código abierto se analizaron algunos trabajos de evaluación de performance. A partir de estos análisis se instaló el servidor EMQX, que ofrece un *dashboard* de administración que se adecúa a las necesidades del proyecto. Se adoptó como software intermediario para recibir los datos transmitidos a través del protocolo MQTT y registrar la información recibida en una base de datos, la herramienta también de código abierto denominada NODE RED [4]. Node-RED se usa para ser un suscriptor que se suscribe para recibir datos del *broker* MQTT[1]. Con Node-RED, podemos crear fácilmente un flujo para administrar y manejar los datos recibidos. Luego, Node-RED enviará datos al tablero de monitoreo, que es una aplicación web receptiva para mostrar datos en la interfaz de usuario de indicadores, texto y gráficos [1]. Además, Node-RED se encarga de registrar la información de las variables relevadas en una base de datos MaríaDB (SQL). El esquema del software instalado en el servidor virtual se muestra en la Figura 2.

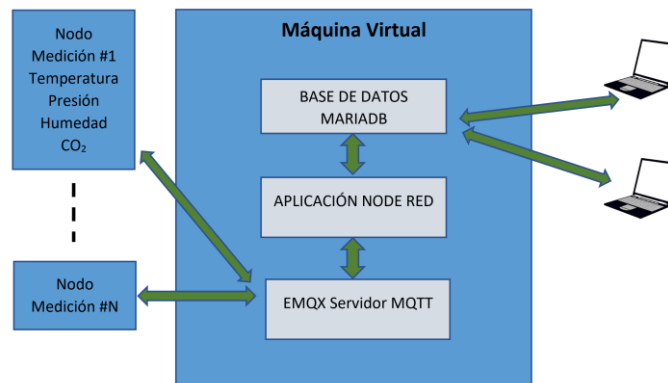


Figura 2: Esquema de software instalado en el servidor virtual.

Dispositivo nodo de medición de parámetros ambientales.

La implementación del dispositivo de medición de parámetros ambientales se puede dividir en dos partes: hardware y software.

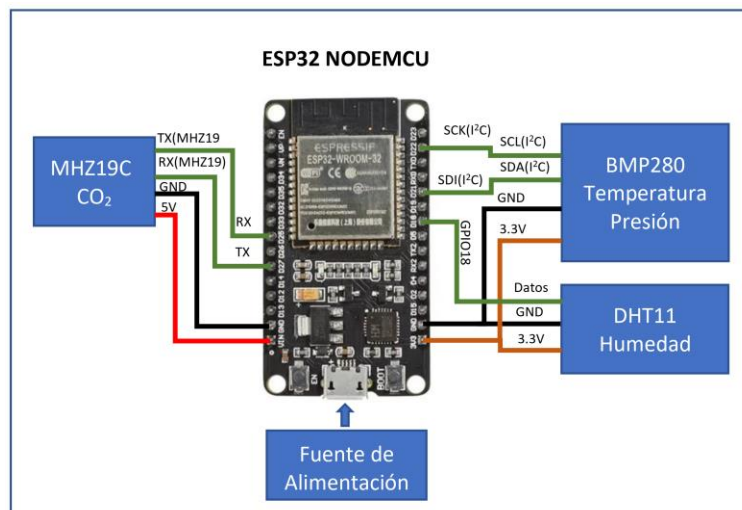


Figura 3: Estructura del hardware implementado en el dispositivo de medición de parámetros ambientales.

1) Hardware

El diagrama en bloques del hardware del dispositivo se muestra en la Figura 3. El principal componente de hardware del dispositivo es una placa ESP32 NodeMCU que se conecta a los sensores [6]. En este dispositivo, se han instalado tres circuitos integrados que relevan cuatro variables: sensor de humedad (DHT11), sensor de temperatura y presión atmosférica, basado en el circuito integrado BMP280, módulo de sensor de CO₂ infrarrojo MH-Z19C [5]. El BMP280 es un termómetro y barómetro digital del fabricante Bosch Sensortech. Para temperatura el rango es de es de -40° a 85°C, con una precisión de ±1.0C. Para presión atmosférica / altímetro es de 300hPa a 1110 hPa, equivalente a una altitud de -500m a 9000m sobre el nivel del mar. Con una precisión absoluta de ±1.0C y de 1.0 hPa, y la relativa de 0.12 hPa, equivalente a una precisión en altitud de aproximadamente ±1m. El módulo de sensor de CO₂ infrarrojo MH-Z19C es un sensor de tamaño pequeño de tipo común que utiliza el principio de infrarrojo no dispersivo (NDIR) para detectar la existencia de CO₂ en el aire, con buena selectividad, no dependiente de oxígeno y de larga duración [5]. Tiene compensación de temperatura incorporada; y tiene salida UART y salida PWM. Tiene un rango de 400 ppm a 2000 ppm en un modelo y hasta 5000 ppm en otro modelo (Tabla 3).

Tabla 3: Rango de detección y precisión del sensor CO₂ MH-Z19C [5]

Gas de detección	Fórmula	Rango de detección	Precisión
Dióxido de carbono	CO ₂	400-2000 ppm	±(50ppm+5% valor de lectura)
		400-5000 ppm	

2) Software

El software que se implementó en el dispositivo recopila los datos de las cuatro variables a través de los módulos sensores. Luego, se utiliza una librería de cliente MQTT para publicar datos en el *broker*. Se configura la conexión de red utilizando las funciones de la librería WiFi. Queda configurada la función *callback* que atenderá las solicitudes de conexión. En este caso, el argumento de *setServer* es la dirección IP de la máquina virtual creada. Para el proceso publicación/suscripción MQTT se utiliza el puerto 1883. Se diseñó una cadena con formato JSON [7] para el *payload* enviado (Figura 4).

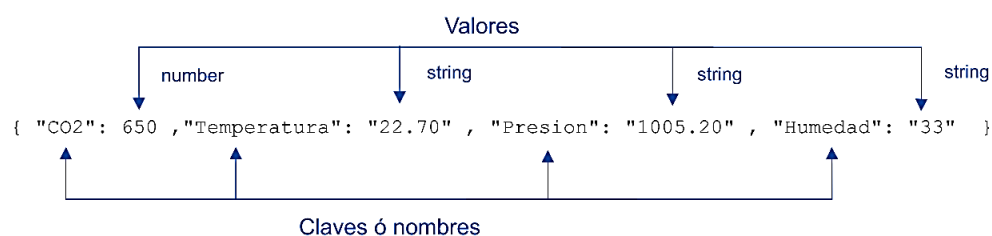


Figura 4: Estructura del *payload* en la cadena conformada en el firmware.

Servidor virtual. Software en el Servidor

Los paquetes de software instalados en la máquina virtual que actúa como servidor son: EMQX (Servidor de MQTT), Node-Red (Entorno de programación basado en el *framework* de Node.JS [4] para realizar aplicaciones ejecutables en navegador (paneles de monitoreo y registro de datos), XAMPP: paquete del servidor web Apache que incluye servidor de base de datos SQL(MariaDB) y phpMyAdmin. Se configura Node-Red para que se ejecute como servicio, en segundo plano, de modo que permanentemente realice las tareas de conexión al servidor MQTT,

obtenga el paquete de datos enviado por el dispositivo, separe los valores de las variables leídas, guarde en una base de datos esos valores y presente los datos en una pantalla de monitoreo (*dashboard*) (Figura 5):

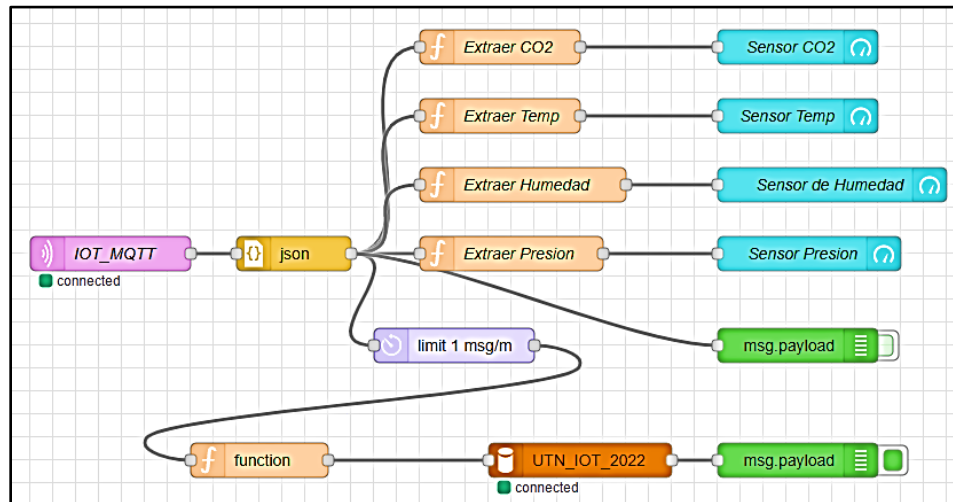


Figura 5: Diagrama de flujos de NodeRed para guardar los valores de las variables en la base de datos UTN_UOT_2022 y cada 1 minuto y mostrar valores en un *dashboard*.

A través de una operación de inserción en la base de datos, cuyo código (Figura 6) se encuentra en el bloque “function” que se conecta al bloque de base de datos, se almacenan los valores de temperatura, humedad, presión atmosférica y concentración de CO₂ en la tabla “Datos sensores” de la base de datos “UTN_IOT_2022”.

```
var presion=msg.payload.Presion;
var temp=msg.payload.Temperatura;
var humedad=msg.payload.Humedad;
var CO2=msg.payload.CO2;
msg.topic="INSERT INTO `Datos sensores` (Temperatura, Presión, Humedad, CO2,
Dispositivo) VALUES ('"+temp+"', '"+presion+"', '"+humedad+"', '"+CO2+"', 'SANFCO1')";
return msg;
```

Figura 6: Código del bloque de función que se conecta al bloque de base de datos.

Se desarrolló utilizando las herramientas de NodeRED [4] un panel de visualización básico en tiempo real de las variables medidas, al que se puede acceder a través de cualquier navegador. Se agregan dos botones de comando para realizar funciones de activación/desactivación de cualquier parte de hardware. Estas funciones se manejan también por mensajes de publicación en tópicos del protocolo MQTT, en este caso desde la aplicación hacia el dispositivo. En este último, en el software, se escribe el código que incluye la suscripción a ese tópico, recibiendo los mensajes de activación y de desactivación.

Conclusiones

Se concluyó que el sistema opera de la manera esperada, logrando una permanente captura de los datos que envía el nodo prototipo y los almacena en la base de datos creada. Los datos obtenidos durante períodos largos de tiempo pueden ser utilizados para el estudio de distintas condiciones que se pueden producir en los ambientes, en relación con la cantidad de personas que ocupan un determinado espacio, temperaturas, presión, humedad, ventilación de los ambientes, fijar alarmas en los momentos que la concentración de CO₂ se eleva por encima de niveles perjudiciales para la salud. Por el momento, este trabajo se enfocó en la implementación de un nodo prototipo que

puede ser extendido a una gran cantidad de nodos de medición distribuidos en la mayor cantidad de espacios, principalmente los de acceso público.

Es de vital importancia realizar la calibración del medidor de concentración de CO₂ y analizar la metodología de calibración que actualmente es manual y luego automática. La calibración manual, implica retirar el dispositivo nodo de medición del lugar donde está instalado, llevarlo a un espacio al aire libre, supuesto libre de contaminación atmosférica, para que tome esa concentración como 400 ppm. Se han utilizado, distintos componentes del ecosistema IoT, tanto de hardware como de software. Podemos mencionar, sistemas embebidos, conectividad inalámbrica, protocolo MQTT, software de base de datos, máquinas virtuales. Para la lectura y procesamiento de los datos registrados se realizó una programación a través de Node-Red que permite hacer consultas a la base de datos sobre las claves almacenadas, en períodos determinados y posteriormente hacer análisis gráficos de la información obtenida. Esta aplicación se describe en otros trabajos y por su extensión no se incorporó a este documento.

Referencias

- [1] S. Chanthakit and C. Rattanapoka, "MQTT Based Air Quality Monitoring System using Node MCU and Node-RED," *2018 Seventh ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC)*, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICT-ISPC.2018.8523891.
- [2] M. Bender, E. Kirdan, M. -O. Pahl and G. Carle, "Open-Source MQTT Evaluation," *2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369499.
- [3] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347-2376, Fourthquarter 2015, doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.
- [4] Node-RED, Página web: "Node-Red Cookbook", Accedido: 05/09/2022. Recuperado de: <https://cookbook.nodered.org/#mqtt>.
- [5] Winsen, "Infrared CO2 Sensor Module (Model: MH-Z19C) User's Manual", Accedido 07/09/2022. Recuperado de: https://www.winsen-sensor.com/d/files/infrared-gas-sensor/mh-z19c-pins-type-co2-manual-ver1_0.pdf
- [6] Espressif, "ESP32 WROOM32E Datasheet", Accedido 07/09/2022. Recuperado de: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32e_esp32-wroom-32ue_datasheet_en.pdf.
- [7] JSON.ORG, Página web: "Introducing JSON", Accedido 12/09/2022. Recuperado de: <https://www.json.org/json-en.html>

Registro y monitoreo en instalaciones de banco de sangre con Internet de las Cosas

Recording and Monitoring in Blood Bank Installations with IoT

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Leonardo Depetris

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco. San Francisco, Córdoba. Argentina.
leodepetris@gmail.com

Damián Romani

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
dromani@coopmorteros.coop

Joaquín Gonzalez

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
jgonzalezi@coopmorteros.coop

Claudio Bottero

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
cbottero@coopmorteros.coop

Lorenzo Depetris

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
ljdepetris@coopmorteros.coop

Julieta Costamagna

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
jcostamagna@coopmorteros.coop

Jose Romani

Cooperativa de Servicios Públicos de Morteros Ltda. Morteros, Córdoba. Argentina
jromani@coopmorteros.coop

Resumen

El prototipo se centra en obtener y registrar en una base de datos los valores de temperatura y humedad interiores de los equipos de refrigeración para el almacenamiento y transporte de las unidades de sangre y plasma sanguíneo de un banco de sangre, con el objetivo de asegurar la calidad en este tipo de instalaciones, bajo los estándares de ANMAT.

Transcurridos varios meses desde su implementación, se demostró la importancia y utilidad de este, puesto que con la información brindada se procedió al reemplazo de una de las unidades refrigerantes. Actualmente, mediante una unidad testigo, se espera obtener la temperatura de la sangre y no solo del recinto; implicando el agregado de nuevos sensores de temperatura.

Palabras clave: Internet de las Cosas, Protocolo MQTT, Banco de Sangre

Abstract

The prototype focuses on obtaining and recording in a database the internal temperature and humidity values of the refrigeration equipment used in storage and transport of blood and blood plasma units from a blood bank. Its aim is to ensure this type of facilities quality under ANMAT standards.

Several months after its implementation, the importance and usefulness of this was demonstrated, since with the information provided, one of the cooling units was replaced. Currently, through a simulated blood unit, it is expected to obtain the core temperature of the blood and not only of the enclosure, involving the addition of new temperature sensors.

Keywords: Internet of Things, MQTT Protocol, Blood Bank

Introducción

La transfusión sanguínea salva vidas y mejora la salud, pero muchos pacientes que la necesitan no tienen acceso oportuno a sangre segura. Suministrar sangre segura y adecuada debería ser parte integrante de las políticas e infraestructuras nacionales de atención de la salud de todos los países. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

En el mundo se realizan aproximadamente 118,5 millones de donaciones de sangre. El 40% en países de ingresos altos, donde vive el 16% de la población mundial. Aproximadamente 13 300 centros de donación de sangre de 169 países declararon haber recogido un total de 106 millones de donaciones. La OMS recomienda que toda la sangre donada sea analizada para detectar posibles infecciones antes de su uso. La sangre debería ser sometida obligatoriamente a pruebas de detección del VIH, de los virus de las hepatitis B y C, y de la sífilis. Los análisis deberían realizarse de acuerdo con los requisitos del sistema de calidad. Diez de los países que aportaron datos no pueden analizar toda la sangre donada para detectar la presencia de una o más de estas infecciones.

La sangre recogida en un recipiente con anticoagulante se puede almacenar y transfundir a un paciente en un estado no modificado. Esto se conoce como transfusión de “sangre entera”. Ahora bien, la sangre puede utilizarse mejor si se procesa en componentes, como concentrados de glóbulos rojos, concentrados de plaquetas, plasma y crioprecipitado. De esta manera, pueden satisfacerse las necesidades de más de un paciente. La capacidad de transfundir a los pacientes los diferentes componentes sanguíneos que necesitan todavía es limitada en los países de ingresos bajos: en estos países, el 38% de la sangre recogida se separa en sus componentes, en los países de ingresos medianos bajos ese porcentaje es del 75% y en los de ingresos medianos altos e ingresos altos es del 96%.

Los refrigeradores para almacenar sangre y componentes sanguíneos tendrán un ventilador para la circulación de aire o, de alguna otra forma, mantendrán la temperatura adecuada en todo el refrigerador. Los refrigeradores, congeladores e incubadoras de plaquetas tendrán un sistema para monitorizar continuamente la temperatura y para registrarla cada 4 horas. La temperatura ambiental en áreas de almacenamiento abierto también deberá ser registrada cada 4 horas. Los refrigeradores y congeladores estarán equipados con señales de alarma que permitan la intervención oportuna. (ANMAT, s.f.)

La sangre completa será almacenada de manera que se proteja la integridad del recipiente, y las muestras de sangre deberán almacenarse a temperaturas apropiadas para permitir su uso en las pruebas que haya que realizar. (Grupo Asesor ad hoc de la OPS/OMS, 1999)

¿Cómo se conserva la sangre, durante cuánto tiempo se puede almacenar y por qué caducan algunas unidades?

Cada componente de la sangre necesita unas condiciones diferentes para mantenerse en perfecto estado hasta el momento de su utilización (Cruz Roja, s.f.):

- Glóbulos rojos: hasta 42 días a una temperatura de 4°C.
- Plaquetas: Un máximo de 7 días, en agitación, a una temperatura de 22°C.
- Plasma: hasta 3 años, congelado, a temperatura de -40°C.

Desarrollo

Durante la planificación y desarrollo del proyecto se siguió el concepto de Internet de las cosas (IoT), es decir, integrar a todos los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana, independientemente de su naturaleza. Para ello, se debió utilizar un protocolo de comunicación de datos que soporte estos requisitos. Se eligió el Protocolo MQTT, debido a que es muy útil para conexiones con clientes remotos demandando muy bajo ancho de banda de internet.

MQTT utiliza el modelo cliente / servidor. Su arquitectura contiene tres componentes, estos son: *Publishers*, un *Broker* y *Subscribers*. Cada dispositivo está conectado a un servidor (*Broker*). La dirección en la que se publicó el mensaje se llama “tópico” y cada dispositivo puede suscribirse a más de un tópico y recibir todos los mensajes que se publican en estos. Las principales responsabilidades del *Broker* MQTT son procesar la comunicación entre los clientes MQTT y distribuir los mensajes entre ellos en función de sus tópicos de interés, pudiendo trabajar con miles de dispositivos conectados al mismo tiempo. Al recibir el mensaje, el *Broker* debe buscar y encontrar todos los dispositivos que poseen una suscripción a este tópico. El *Broker* fue implementado utilizando Eclipse Mosquitto. Es un agente de mensajes de código abierto que implementa las versiones 5.0, 3.1.1 y 3.1 del protocolo MQTT. Es liviano y adecuado para su uso en todos los dispositivos, desde computadoras de placa única de baja potencia hasta servidores completos.

En cuanto a la base de datos, se eligió InfluxDB, no solo por ser de código abierto, sino también debido a la simplicidad de su configuración, su enfoque optimizado para el monitoreo de operaciones, métricas de aplicaciones, datos de sensores de Internet de las cosas y el análisis en tiempo real.

Teniéndose como punto de partida el desarrollo previo de una oficina virtual de usuarios internos de la empresa en etapa de producción, se decidió utilizar ésta como soporte para cálculos, visualización de magnitudes instantáneas y gráficos históricos.

Debido a las diferencias en los requerimientos entre el dispositivo necesario para el monitoreo de almacenamiento respecto del requerido para el transporte, se procedió a desarrollar dos prototipos diferentes.

Recintos de almacenamiento: heladera de sangre en estudio, heladera de sangre no reactiva, freezer de plasma en estudio, freezer de plasma no reactivo.

Recinto de transporte: conservadora de muestras en estudio

Técnicamente hablando, para la medición de temperatura y humedad de ambos prototipos se utilizaron sensores DHT22, debido a que tiene la suficiente exactitud de medición para la aplicación que se busca. Para el procesamiento de datos y comunicación se utilizaron módulos ESP32 programados en lenguaje Arduino como lenguaje estándar, principalmente por la disponibilidad de librerías utilizadas y las que puedan necesitarse en ampliaciones futuras. Se utilizaron módulos Ethernet W5100 para dotar de comunicación internet por cable a los recintos de almacenamiento,

mientras que se utilizó tecnología GSM. Debido a que el recinto de transporte se realiza por personal ajeno a la empresa, se decidió que el prototipo incluya rastreo GPS y detección de apertura de la tapa, mediante un switch fin de carrera.

De manera ilustrativa se muestra en la Figura 1 el ecosistema IoT del proyecto. Cabe aclarar que la infraestructura preexistente incluye un módulo GSM de envío y recepción de SMS que sirve de Gateway hacia el servidor MQTT.

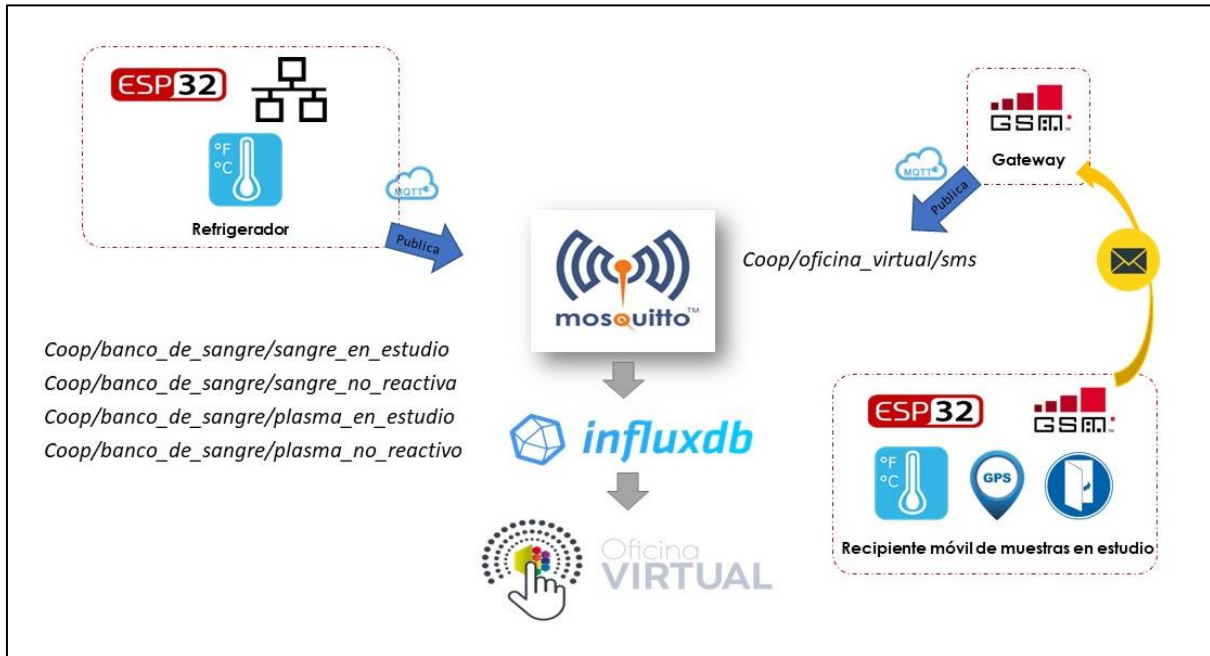


Figura 1: ecosistema IoT Banco de Sangre

En la Figura 2 podemos observar los indicadores realizados dentro de Oficina Virtual para cada uno de los recintos de almacenamiento. Tal y como se menciona en la introducción, se tienen diferentes rangos de temperaturas de almacenamiento según se trate de sangre o plasma, cuestión que se evalúa internamente en Oficina Virtual para la generación de alarmas (SMS y mail) y los colores de representación en *dashboard*.



Figura 2: indicadores en Oficina Virtual CoopMorteros

Conclusiones

Se concluye favorablemente la implementación del prototipo propuesto, lográndose equipos que funcionan de manera continua, reportando los valores medidos a un servidor MQTT y almacenándolos mediante una base de datos InfluxDB. Como se muestra en la Figura 3, se tienen en tiempo real registros y gráficos (como así también alarmas, si existiesen). Si bien las referencias citadas mencionan registros cada 4 horas, el prototipo implementado posee una resolución mucho mayor, obteniendo datos con un periodo de un minuto; permitiendo generar acciones correctivas en caso de detectarse anomalías (como puede ser un corte de energía, un fallo en la unidad refrigeradora o incluso un error humano), evitando pérdida de unidades de sangre y plasma.



Figura 3: Gráfico de temperaturas de los 4 recintos de almacenamiento. Detalle de las últimas 12 horas.

Estudios realizados por empresas privadas resaltan que los métodos de temperatura superficial no proporcionarán una indicación precisa de la temperatura central interna, confirmando que el método adecuado para medir la temperatura real del fluido dentro de la bolsa es insertar la sonda de temperatura directamente en el centro de la bolsa llena de fluido (Smith, 2019). Es por ello que actualmente se encuentra en fase de desarrollo la incorporación de un nuevo sensor, inserto en una unidad testigo, buscando evitar el desperdicio innecesario de productos sanguíneos aptos que pueden parecer estar fuera de los límites permitidos.

Referencias

- ANMAT. Requisitos de sistemas de aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de fabricación aplicables a bancos de sangre proveedores de plasma como material de partida para la producción y fraccionamiento de hemoderivados
[http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA02-12/agregado_10/Dispo_1682_\(Anexo_II\).pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA02-12/agregado_10/Dispo_1682_(Anexo_II).pdf)
- Cruz Roja - Donación de sangre. <https://www.donarsangre.org/todo-sobre-la-sangre/preguntas-frecuentes/>
- Eclipse Mosquitto - Un bróker MQTT de código abierto. (s.f.). Obtenido de <https://mosquitto.org/>
- Grupo Asesor ad hoc de la OPS/OMS (1999). <https://scielosp.org/pdf/rpsp/1999.v6n4/287-296/es>
- Smith Marielle, Validación de Indicadores de Temperatura Sanguínea (2019). <https://temptimecorp.com/2019/05/14/validation-of-blood-temperature-indicators/>
- Shiva Shankar J; Dr.S.Palanivel; Dr.S.China Venkateswarlu; M.Sowmya. (diciembre de 2019). MQTT in Internet of Things. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 06(12).

Ventilación Asistida, primer paso

Assisted Ventilation, first step

Presentación: 15/09/2022

Sergio Felissia.

UTN-FRSFCO Universidad Tecnológica Nacional-facultad regional San Francisco, Argentina.
sfelissia@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Bruno Rubiolo.

UTN-FRSFCO Universidad Tecnológica Nacional-facultad regional San Francisco, Argentina.
brubiolo@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Germán Montejano.

UNSL Universidad Nacional de San Luis, Argentina.
gmontejano@unsl.edu.ar

Rodolfo Podadera.

UTN-FRSFCO Universidad Tecnológica Nacional-facultad regional San Francisco, Argentina.
rpodadera@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

El presente proyecto nace de la necesidad que evidenció la Argentina en el año dos mil veinte, cuando el país y el mundo vieron desbordada su capacidad hospitalaria y aumentada la necesidad de poder contar con este tipo de instrumentos en cantidad suficiente y económicamente accesible. Lo anterior se convirtió en un desafío que refleja tecnología y desarrollo puesta a disposición del país. El proyecto abarca, provisión y acondicionamiento de aire en cantidad suficiente, a temperatura y humedad controlada. Y en su primera etapa se busca la modelización de su sistema de control, para luego poder avanzar y llegar así a poder diseñar un Framework para respirador artificial.

Palabras clave: Ventilación asistida – modelización función de transferencia

Abstract

This project is born from the need that Argentina evidenced in the year two thousand and twenty, when the country and the world saw their hospital capacity overwhelmed and the need to be able to count on this type of instruments in sufficient quantity and economically accessible increased. This became a challenge that reflects technology and development made available to the country. The project covers, provision and conditioning of air in sufficient quantity, at controlled temperature and humidity. And in its first stage, the modelling of its control system is sought, in order to then be able to move forward and thus be able to design a Framework for artificial respirator.

Keywords: Assisted ventilation – modelling transfer function

Introducción

Según el escenario presente en el país y en el mundo, uno de los problemas para enfrentar y dar batalla de manera completa a la pandemia causada por el virus COVID-19, es que no se disponía de cantidad suficiente de respiradores asistidos. Ya planteada la introducción, el problema que busca resolver de este proyecto es la imposibilidad descripta y como paso final plantear el desarrollo de un Framework para respiradores asistidos que sea accesible por grupos de investigación de distintas universidades como resultado final (se aclara que hoy se está en el comienzo del desarrollo y los resultados son educativos en su totalidad).

Durante los últimos años y gracias al avance de distintas plataformas tecnológicas se pudo percibir accesibilidad a las mismas para todo quien lo decida siendo algunas de ellas software libre / hardware libre. Lo que motiva la realización de distintos modelos desde los más básicos hasta aquellos que sean interoperables con distintas posibilidades y distintos lazos de control, accesibilidad y portabilidad desde o hacia otras bases o plataformas.

El proyecto es desarrollado por integrantes del grupo **GIROc** (Grupo de Investigación en Robótica y Control, que trabaja en I+D+i) de la facultad de regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional. La cual facilita los laboratorios y alguna de las distintas partes que conforman los diferentes prototipos en los que está abocado su fuerza de trabajo. Debido a los objetivos planteados fue necesario un importante respaldo humano, así como material, herramientas e instrumentación. Se tuvo acceso a distinta aparatología como por ejemplo osciloscopios digitales, fuentes de corriente directa, soldadores, generadores de señales, y también un lugar físico donde el grupo pueda reunirse siempre y cuando las disposiciones vigentes lo hayan permitido y luego todo se trabajó mediante reuniones científicas virtuales.

Conceptualización Inicial

Respirar: Proceso en el cual el oxígeno se pone en contacto con el sistema circulatorio e ingresa en la sangre, elimina dióxido de carbono (CO_2), produce proceso metabólico y finalmente proporciona energía.

Por lo general, se dice respirar y se hace referencia al movimiento mecánico de los pulmones, sin embargo, lo anterior es mucho más que un movimiento en el sistema respiratorio y consiste en expulsar gases que se alojan en los pulmones. En la inspiración, sucede la contracción de los músculos intercostales y el diafragma, lo cual permite que el aire ingrese en los pulmones, mientras que, en la expiración, sucede la relajación de los músculos intercostales lo que produce que los gases sean expulsados fuera de los pulmones.

En el proceso biológico de la respiración suceden los siguientes procesos: ventilación entre atmósfera y pulmones, Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en la superficie pulmonar y a nivel celular. El sistema respiratorio se encarga de mantener un flujo de aire en superficies intercambiadoras de gases pudiendo adicionar oxígeno y eliminar dióxido de carbono de la sangre que pasa por los pulmones. De acuerdo a lo explicado en libros de Fisiología, la respiración se inicia con movimientos alternados y cíclicos de inspiración y expiración, controlados por los músculos de la caja torácica.

La contracción de diafragma y también músculos intercostales externos, que se da en la inspiración, obliga a expandir la caja torácica y así produce que, la presión intrapulmonar alcance niveles por debajo de 1 atm. Lo descrito está reglado por la ciencia física, la cual establece que un gas (en nuestro caso aire) se movilizara desde el lugar de mayor presión, al lugar de menor presión, permitiendo un flujo unidireccional entre ambos lugares; facilitando que el aire fluya desde la atmosfera hacia los pulmones (en términos médicos desde la vía aérea hacia los alveolos, donde realiza el intercambio de oxígeno con el sistema circulatorio).

La vía aérea se divide en dos partes, la parte alta (boca, cavidad nasal, faringe y laringe) y la parte baja o vía aérea intratorácica (tráquea, bronquios, Alveolos pulmonares). El flujo del aire que ingresa, lo hace por la nariz y la boca con dirección a la faringe (la faringe se presta tanto para el paso de aire, como para el paso de alimentos), llegando a la laringe, donde se encuentra con las cuerdas vocales, que son quienes producen sonido cuando el aire pasa.

Lo descrito, pertenece a la vía aérea alta y resulta fundamental en el momento de hablar de aparatos de ventilación asistida, ya que en el proceso de la intubación endotraqueal (cuando un paciente no puede sostener la respiración por sí solo y se requiere conectarlo, se debe colocar un tubo dentro de la tráquea para que el volumen de aire ingrese en los pulmones. En este momento es importante abrir la boca y tener a la vista la laringe y las cuerdas vocales, con el fin de no causar daño alguno.

Analizando la vía aérea baja, luego de pasar por la laringe, el aire pasa a la tráquea, que es un tubo con un diámetro de 15mm a 20mm recubierto parcialmente por anillos de material cartilaginoso. La tráquea se encuentra comprendida entre el cuello (vía extratorácica) y el tórax (vía aérea intratorácica), la cual se divide posteriormente en dos bronquios (derecho e izquierdo), los que presentan diferencias en sus formas físicas, las cuales residen en que el bronquio derecho se encuentra más verticalizado que el izquierdo, es más corto y más voluminoso. Estas desigualdades hacen que cuando se realice una intubación endotraqueal, se deba tener mucho cuidado que el tubo no se resbale hacia el bronquio derecho (dado su tamaño). Lo que podría crear graves traumas respiratorios en el paciente. En general los bronquios tienden a dividirse en un gran número de ramas dentro del pulmón, esto dado que el aire debe llegar a todas las unidades de intercambio del pulmón, con un flujo laminar de baja velocidad.

Otra parte esencial del sistema respiratorio son los pulmones, los cuales se componen por los bronquios intrapulmonares, vasos sanguíneos (vasos bronquiales, arteria pulmonar, venas pulmonares) y vasos linfáticos. Básicamente cada pulmón se divide en lóbulos, el pulmón derecho cuenta con tres lóbulos y el izquierdo con dos. Dentro de los lóbulos se encuentra la pieza maestra de los pulmones *unidad alveolocapilar* los cuales son pequeñas bolsas dispuestas en forma de racimos al final de los bronquiolos terminales, la subdivisión más pequeña de la vía aérea. Finalmente se hace necesario mencionar que el sistema respiratorio está íntimamente ligado con el sistema circulatorio mediante dos tipos de lazos: Lazo mecánico, entre fuelles de la caja torácica y la bomba circulatoria y lazo nervioso, entre los receptores y neuronas que regulan la respiración y la circulación, sirviendo para coordinar las respuestas de ambos sistemas.

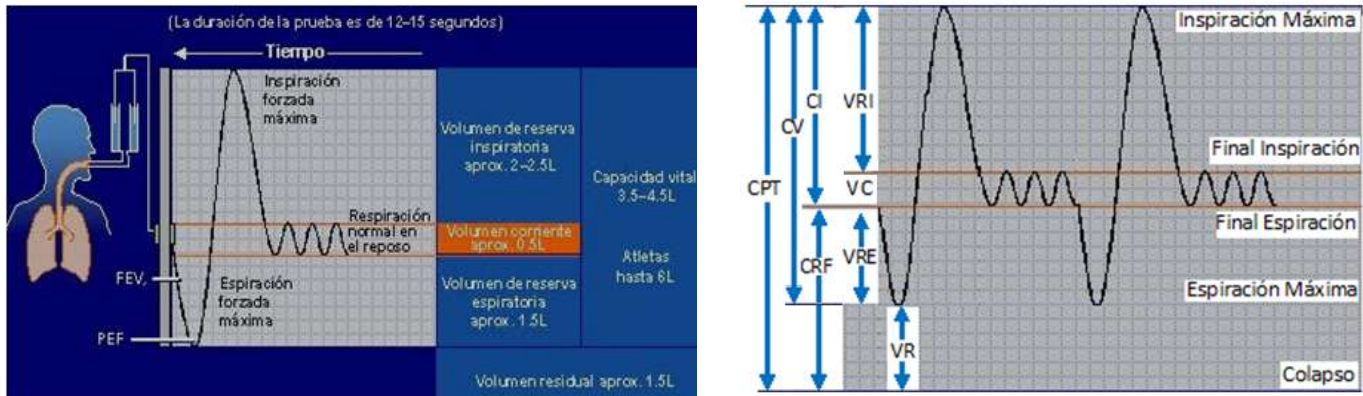


Fig. 1. Capacidad pulmonar de una persona sana

En la gráfica se puede apreciar VRI volumen de reserva inspiratoria, VC volumen corriente, VRE volumen de reserva espiratoria, VR volumen residual.

La suma de los volúmenes da por resultado la capacidad pulmonar CPT capacidad pulmonar total, CV capacidad de ventilación, CI capacidad de inspiración, CRF capacidad residual funcional.

Se considera un ciclo completo de respiración a una inspiración y espiración consecutivas; por lo que el volumen corriente es el volumen de aire inhalado en un ciclo de respiración.

La función del sistema respiratorio es tomar el aire que ingresa por vía aérea y conducirlo hasta los alvéolos, donde se produce el intercambio de gases. Así, el oxígeno pasa a la sangre y es transportado a todas las células.

Se nombra aquí la ventilación mecánica (VM), la cual es una técnica de soporte ventilatorio que se divide en dos variantes bien definidas (VMNI: Ventilación Mecánica no Invasiva) a través de máscaras o conductos y (VI: Ventilación Mecánica no Invasiva) a través de traqueotomía en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

Tipos de respiradores asistidos

Respiradores de presión (BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure)

Este respirador genera dos niveles de presión, inspiratorio y espiratorio. La diferencia entre ambas presiones representa la presión inspiratoria efectiva o presión de soporte. El mecanismo del mismo está basado en una turbina que genera alto flujo de aire y así la presión en la vía aérea alcanza rápidamente el nivel prefijado (presión inspiratoria).

También puede captar la inspiración del paciente (trigger) y es muy sensible y se adapta al patrón respiratorio del paciente y requiere que el mismo mantenga el impulso respiratorio. No son indicados para pacientes en los que su vida depende del respirador.

La presión espiratoria actúa como PEEP (Positive End Expiratory Pressure, Presión positiva al final de la espiración) como parte de su mecanismo de acción.

Respiradores de Volumen

Este tipo de instrumento está basado en introducir el volumen de aire programado en la vía aérea o tubo endotraqueal. El parámetro principal es el volumen de gas que se pretende aportar al paciente, el cual se mide en ml (mililitros).

No pueden proporcionar presión espiratoria. En los pacientes que la precisan hay que añadir una válvula externa (válvula PEEP), lo que aumenta la resistencia del circuito y no garantiza el correcto funcionamiento en los respiradores portátiles.

Desarrollo

Paso siguiente a la investigación de temas necesarios, se comenzó a diseñar un respirador asistido (no invasivo), propulsado eléctricamente, por un motor de corriente continua que presiona de manera cíclica y configurable una bolsa resucitadora, la cual se utiliza para suministrar aire al paciente afectado. Como primer paso se delineó el sistema completo al que se quiere arribar y se comenzó por la modelización y la función de transferencia del motor que lo propulsará.

Modelado matemático del motor de CC

En el siguiente diagrama se representa el motor DC, la caja reductora y la carga acoplada al motor. Esta imagen ilustra muy bien el sistema utilizado en el proyecto, compuesto por tres subsistemas.

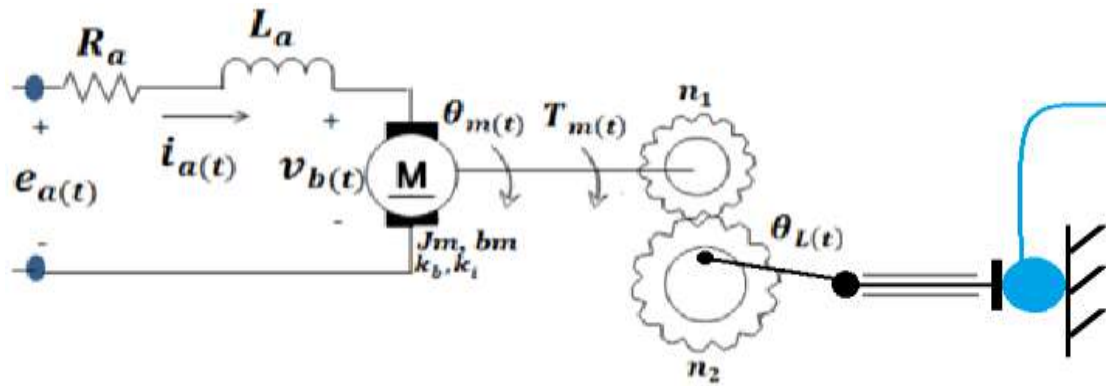


Fig. 2: Esquema eléctrico, magnético y mecánico del motor que presiona linealmente la bolsa.

Se explicará de manera genérica cada uno de los subsistemas, eléctrico y magnético, e individualmente el mecánico.

Sistema magnético

Al circular la corriente $i_a(t)$ por el bobinado de armadura dentro de un campo magnético se induce un torque que hace girar el rotor. La intensidad del par es directamente proporcional a la corriente de armadura y al campo magnético. Despreciando las pérdidas en el motor, la potencia eléctrica consumida es igual a la potencia mecánica entregada en el eje, por lo tanto:

$$P = e_a(t) \times i_a(t) = T(t) \times \omega_t(t) \quad T(t) = \frac{P}{\omega_t(t)} = \frac{e_a(t) \times i_a(t)}{\omega_t(t)} = K_t \times i_a(t)$$

Donde K_t es la constante de proporcionalidad o de par del motor.

Otro fenómeno importante que ocurre es la fuerza contraelectromotriz $V_b(t)$ anteriormente nombrada, la cual es una tensión generada cuándo los conductores de la armadura se mueven a través de un flujo magnético generado por unos imanes permanentes.

$$V_b(t) = K_e \times \omega_t(t) = K_e \frac{d\theta_m(t)}{dt}$$

Donde K_e es la constante fem (fuerza contraelectromotriz). Ahora aplicando transformada de Laplace a las ecuaciones de $T(t)$ y $V_b(t)$ se llega a:

$$T(s) = K_t \times i_a(s) \quad V_b(s) = K_e s \theta_m(s)$$

Sistema eléctrico

Está formado por un bobinado de armadura que cuenta con una resistencia R_a , una inductancia L_a y la fuerza contraelectromotriz $V_b(t)$. El motor es controlado por un voltaje $e_a(t)$ aplicado a los terminales de armadura. Para obtener la ecuación eléctrica del motor se aplica Ley de Kirchoff, la cual indica que la tensión aplicada en los terminales de armadura es igual a la suma de la caída de tensión en la resistencia, más la caída en la inductancia, más la fuerza contraelectromotriz.

$$e_a(t) = R_a i_a(t) + L_a \frac{di(t)}{dt} + V_b(t)$$

Luego aplicando transformada de Laplace se obtiene:

$$e_a(s) = i_a(s)(R_a + sL_a) + K_e s \theta_m(s)$$

Sabiendo que $V_b(t) = K_e \frac{d\theta_m(t)}{dt}$

Sistema mecánico

Mediante las leyes de Newton para movimientos rotacionales para un motor de CC obtenemos:

$$T(t) = J_t \frac{d^2\theta_m(t)}{dt^2} + b_m \frac{d\theta_m(t)}{dt}$$

Donde b_m es el coeficiente de fricción viscosa del motor y J_t ($J_m + J_l$) el momento de inercia total, que es igual a la suma del momento correspondiente al rotor más el momento de inercia de la carga acoplada al mismo.

La ecuación del sistema mecánico quedaría expresada:

$$T(t) = \left(J_t \frac{d^2\theta_m(t)}{dt^2} + b_m \frac{d\theta_m(t)}{dt} \right) \times n_{eq}$$

Donde n_{eq} es la relación entre el engranaje acoplado a la articulación y el motor de CC.

Continuamos aplicando la operación transformada de Laplace y obtenemos:

$$T(s) = (J_t \times s + b_m) \times s \times \theta_m(s) \times n_{eq}$$

Luego se calculó el momento de inercia J_m . Los momentos de inercia van a variar dependiendo de la posición en que se encuentre el extremo del brazo se realizaron los cálculos para los peores casos.

Se analizó el rotor del motor como si fuera un cilindro sólido para poder utilizar la siguiente fórmula:

$$J_m = \frac{1}{2} \times m_r \times r^2$$

Los datos del motor con los que se contaron fueron tales como, masa del motor: 240g, se tomó una solución de masa del rotor del 80% del total, por lo tanto:

$$m_r = 0,24 \text{ Kg} \times 0.8 = 0,192 \text{ Kg}$$

Y el radio del rotor, se aproximó a 10 mm.

Utilizando los valores aproximados se calculó el momento de inercia del rotor:

$$J_m = \frac{1}{2} \times 0,192 \times 0,01^2 = 19.2 \times 10^{-6} \text{ Kg}.$$

Función de transferencia

Habiendo calculado las funciones que describen cada subsistema (ecuaciones recuadradas), se procedió a calcular la función de transferencia del motor que describa el ángulo rotado con respecto al voltaje aplicado en sus terminales.

$$FT = H(s) = \frac{\theta_m(s)}{e_a(s)}$$

Primero igualamos las dos siguientes ecuaciones para luego despejar $\theta_m(s)$.

$$K_t \times i_a(s) = ((J_t \times s + b_m) \times s \times \theta_m(s)) \times n_{eq} \quad \theta_m(s) = \frac{K_t \times i_a(s)}{(J_t \times s + b_m) \times s \times n_{eq}}$$

Luego se reemplazó $\theta_m(s)$ en: $e_a(s) = i_a(s)(R_a + sL_a) + K_e s \theta_m(s)$

$$e_a(s) = i_a(s)(R_a + sL_a) + K_e s \frac{K_t \times i_a(s)}{(J_t \times s + b_m) \times s \times n_{eq}}$$

Para finalizar, se armó la relación para lograr la función de transferencia.

$$H(s) = \frac{\theta_m(s)}{e_a(s)} = \frac{K_t \times i_a(s)}{\left(i_a(s)(R_a + sL_a) + K_e \frac{K_t \times i_a(s)}{(J_t \times s + b_m) \times n_{eq}} \right) \times (J_t \times s + b_m) \times s \times n_{eq}}$$

Aplicando algunas simplificaciones se llegó a:

$$H(s) = \frac{\theta_m(s)}{e_a(s)} = \frac{K_t}{\left((R_a + sL_a)(J_t \times s + b_m)n_{eq} + K_t K_e \right) s}$$

Se trabajó en la función de transferencia, por considerar necesaria disponer la misma para realizar en el sistema completo los distintos controles que serán necesarios por ser este un desarrollo que estará en la franja de salud.

El sistema biela-manivela de una máquina está compuesto por una biela AB cuyo extremo A llamado pie de biela, se desplaza a lo largo de una recta, mientras que el otro extremo B, llamado cabeza de biela, articulado en B con una manivela OB describe una circunferencia de radio OB. El pie de biela está articulado en una pieza denominada patín solidaria con el pistón que se desplaza entre dos guías. El pistón describe un movimiento oscilatorio que como vamos a ver no es armónico simple, aunque se puede aproximar bastante a éste.

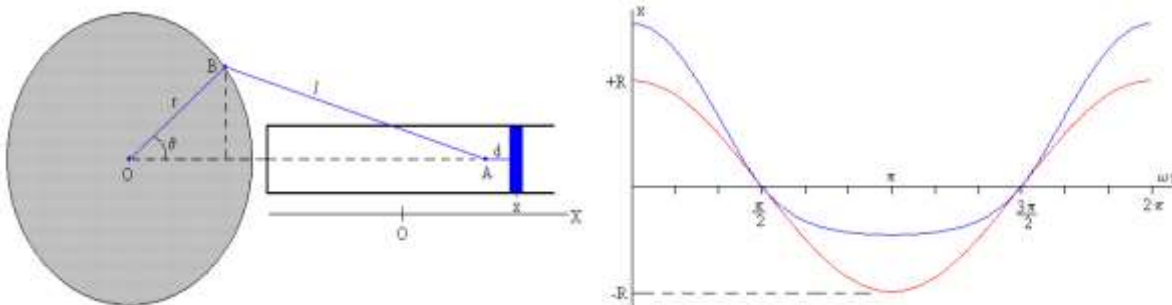


Fig. 3: Sistema que impulsa la bolsa que entrega aire y gráfico de movimiento circular (rojo) y lineal (azul) Si la manivela se mueve con velocidad angular ω constante, la posición del pistón en función del tiempo es

$$x = r \cdot \cos(\omega t) + \sqrt{l^2 - r^2} \sin^2(\omega t) - \sqrt{l^2 - r^2}$$

El valor máximo se obtiene para $\omega t=0$, y vale

$$x = r + l - \sqrt{l^2 - r^2}$$

El valor mínimo se obtiene para $\omega t=\pi$,

$$x = -r + l - \sqrt{l^2 - r^2}$$

Simulación y código

Luego se diseñó el circuito, se incorporó sensores, controlador y motor, de manera tal que el sistema tenga la posibilidad de poder tomar temperatura y presión del aire que se entregará al paciente, con posibilidades de poder variar mediante procesos y actuadores los valores de dichos parámetros. El código generado en primera instancia se quemó en un mcu ATMEGA 328p, el cual permite como resultado de procesos de decisión y análisis con lo recolectado por sensores, configurar el motor a distintas revoluciones de giro. En primera instancia se lo instrumentó con el sensor de temperatura LM35 y luego se lo cambió por DHT11 el cual capta temperatura y humedad del aire.

Líneas de código (se transcriben algunas líneas de código que permiten la escritura de datos en pantalla y además el seteo de conversor analógico/digital para que el operador pueda acceder de esa forma a la lectura de parámetros importantes entregados por sensores utilizados)

```
void LCD_8bits_dato(unsigned char dato){
    DDRB = 0xFF;
    DDRD = 0xFF;
    PORTB = 0x01;
    PORTD = dato;
    PORTB = 0x05;
    _delay_ms(1);
    PORTB = 0x01;
    return;
}
void LCD_8bits_Crea_Caracter(unsigned int pos, unsigned char *msg)
{
    unsigned int i;
    if(pos<8)
    {
        LCD_8bits_comando(0x40 + (pos*8));
        for(i=0;i<8;i++)
            LCD_8bits_dato(msg[i]);
    }
}
void LCD_8bits_print(char *str){
    unsigned char i = 0;
    while(str[i]!=0){
        LCD_8bits_dato(str[i]);
        i++;
    }
}
void ADC_initialization(uint8_t pin){
    ADMUX = 0x45;
    ADCSRA = 0x87;
    DIDR0 |= 1 << pin;/
}
```

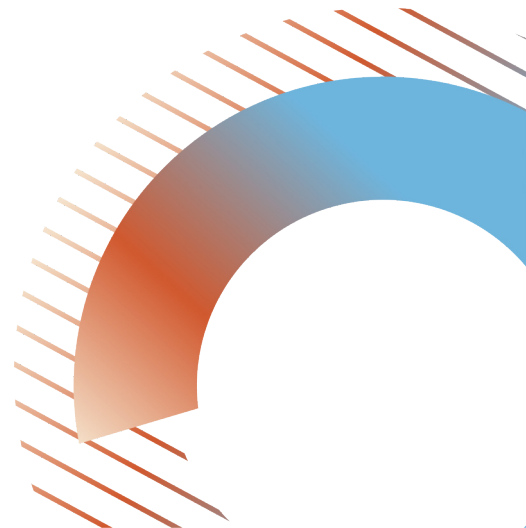
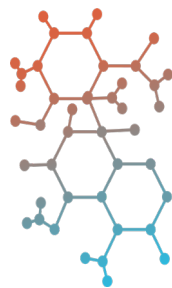
Conclusiones

Con este trabajo de investigación, desarrollo e innovación pudo mobilizarse trabajo inter cátedras y avanzar hacia uno de los objetivos planteados en la planificación de cada una de ellas, el cual es avanzar en conocimientos desde las dimensiones del saber-saber, del saber-ser y del saber-hacer. En este paso, avanzamos hacia la realización de un sistema completo, para luego poder definir los requerimientos necesarios de software, para encarar como paso final el desarrollo de un framework para ventiladores asistidos.

Referencias

- [1] Dvorkin Mario, (2010), Best & Taylor. Bases fisiológicas de la práctica médica, 14^a ed., Ed. Médica Panamericana.
- [2] Elaine N. Marieb, (2017), Fisiología Humana, 1^a ed., Pearson Education.
- [3] Ogata K., (2010), Ingeniería de Control Moderna, 5^a ed., Prentice Hall.
- [4] Slotine, J.-J. E., W. Li, (1991), Applied Nonlinear Control, Prentice Hall.
- [5] Florida, U. (2020). Open Source Ventilator Project » The Center for Safety, Simulation and Advanced Learning Technologies » UF Academic Health Center » University of Florida. Retrieved May 21, 2020, from: <https://simulation.health.ufl.edu/technology-development/open-source-ventilator-project/>
- [6] Instructables. (2020). The Pandemic Ventilator:6 Steps (with Pictures) - Instructables. Retrieved May 18, 2020, from <https://www.instructables.com/id/The-Pandemic-Ventilator/>

Ingeniería en Sistemas de Información



Calidad de productos: la sostenibilidad como características a lograr en los productos software

Product Quality: Sustainability as Characteristics to be achieved in Software Products

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022.

Rosana Leo

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
leorosana@gmail.com

Carlos Salgado

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
mperalta@unsl.edu.ar

Alberto Sanchez

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
alfanego@unsl.edu.ar

Javier Saldarini

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
Saldarinijavier@gmail.com

Claudio Carrizo

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
cjcarrizo77@gmail.com

Resumen

El software es la herramienta necesaria para las más diversas y variadas gestiones en la actualidad. La elección del mismo se hace en función a requerimientos específicos y respetando ciertos criterios de calidad que se evalúan mediante modelos o estándares. La sostenibilidad, habitualmente se relaciona con el medio ambiente, pero si lo entendemos desde sus dimensiones: ambiental, técnica, económica y social, y como el concepto que trasciende múltiples disciplinas, es posible relacionarlo con la calidad del software como aquella característica transversal al modelo o estándar que la caracteriza. En el presente trabajo se define un modelo de calidad en base a la ISO/IEC 25010 y a la sostenibilidad como característica transversal. Se definen las métricas e indicadores para analizar con criterios de sostenibilidad: en qué medida un software es sostenible. Este trabajo de investigación se enmarca dentro de los siguientes proyectos de Investigación: Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube –

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Proyecto N° P-03-2020 y el Proyecto de Investigación y Desarrollo PID UTN 7901 de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

Palabras clave: Modelo de Calidad de Software. ISO 25010. Sostenibilidad. Métricas e Indicadores. Recursos.

Abstract

The software is the necessary tool for the most diverse and varied procedures today. The choice of the same is made based on specific requirements and respecting certain quality criteria that are evaluated through models or standards. Sustainability is usually related to the environment, but if we understand it from its dimensions: environmental, technical, economic and social, and as a concept that transcends multiple disciplines, it is possible to relate it to software quality as that transversal characteristic of the model or standard that characterizes it. In this paper, a quality model is defined based on ISO/IEC 25010 and sustainability as a transversal characteristic. The metrics and indicators are defined to analyze with sustainability criteria: to what extent a software is sustainable. This research work is part of the following research projects: Software Engineering: Strategies for the Development, Maintenance and Migration of Cloud Systems – Faculty of Physical-Mathematical and Natural Sciences, National University of San Luis. Project No. P-03-2020 and the Research and Development Project PID UTN 7901 of the National Technological University, San Francisco Regional Faculty.

Keywords: Software Quality Model. ISO 25010. Sustainability. Metrics and Indicators. Means.

Introducción

En la actualidad, en todos los ámbitos y en la mayoría de las actividades, los sistemas se informatizaron, esto conlleva a la necesidad de que el software reúna ciertos criterios de calidad que permitan satisfacer las necesidades de los usuarios.

Pressman, en (Pressman 2021), define a la calidad del software como: “Proceso eficaz de software que se aplica de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan.” En ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 2014) es la capacidad del producto de software para satisfacer necesidades declaradas e implícitas cuando se utiliza en determinadas condiciones. En general, toda la literatura apunta a que es el cumplimiento y/o el grado de satisfacción de los requisitos tanto explícitos como implícitos.

La especificación y evaluación de la calidad del software es factor clave para garantizar el valor a las partes interesadas. Esto se puede lograr mediante la definición de las características de calidad necesarias y deseadas asociadas con las metas y objetivos del sistema. Es importante que dichas características se especifiquen, midan y evalúen siempre que sea posible utilizando medidas y métodos de medición validados o ampliamente aceptados (ISO/IEC 2014).

Para garantizar la calidad de software, es importante implementar algún modelo o estándar que permita la gestión de atributos en el proceso de construcción de software, teniendo en cuenta que la concordancia de los requisitos y su construcción son la base de las medidas de calidad establecidas (Callejas-Cuervo, Alarcón-Aldana et al. 2017). La ventaja de estos estándares es que la calidad se convierte en algo concreto, que se puede definir, medir y, sobre todo, planificar. Ayudan también a comprender las relaciones que existen entre las diferentes características de un producto de software.

Si bien la norma ISO 14001:2015 (ISO/IEC 2015) proporciona a las organizaciones un marco con el que proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, manteniendo el equilibrio con las necesidades socioeconómicas, este estándar no incluye requisitos específicos para otros sistemas como lo son los de gestión de la calidad.

La Norma Internacional ISO/IEC 25010:2011 (ISO/IEC 2014), una de las divisiones de la serie SQUARE, describe el modelo de calidad para el producto software, presentando características y subcaracterísticas de calidad, criterios a tener en cuenta al momento de la evaluación.

Por otro lado, si se habla de satisfacer necesidades, es importante tener en cuenta un término que se escucha cada vez con más frecuencia, como lo es Sostenibilidad. Surge en el año 1987 en el Informe de Brundtland (CMMAD-ONU 1987), titulado “Nuestro futuro común”, y por la necesidad de estudiar y delimitar el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente.

En el 2015 un manifiesto expone principios y compromisos vinculados con el diseño sostenible (Becker 2015). Infiriendo que la sostenibilidad tiene múltiples dimensiones (social, medioambiental, económica, técnica y humana) y que todas deben analizarse. La dimensión humana abarca la libertad y el albedrío individuales (capacidad de actuar en un entorno), la dignidad humana y la realización. La dimensión social abarca las relaciones entre individuos o grupos. La dimensión económica abarca aspectos financieros, crecimiento de capital y la liquidez, inversiones y operaciones financieras. La dimensión técnica abarca la capacidad de mantenimiento y evolución de los sistemas a lo largo del tiempo. Y la dimensión ambiental abarca el uso y la administración de los recursos naturales, incluye temas de residuos, consumo de energía, equilibrio de los ecosistemas, cambio climático, etc.

Al hablar de tecnologías sostenibles, nos imaginamos un menor consumo de energía, empleo de menor cantidad de recursos, la no contaminación, el reciclado o reutilización, siempre enfocados en satisfacer las necesidades de la sociedad. De allí se define un producto sostenible como aquel que aporta beneficios ambientales, sociales y económicos resguardando la salud pública, el bienestar y el medio ambiente en todo su ciclo de vida. En este contexto, el software también puede ser sostenible, cuando su desarrollo se basa en el uso adecuado de recursos y cuando su impacto negativo en la economía, la sociedad y el medio ambiente es mínimo o, en el mejor de los casos, resulta positivo respecto del desarrollo sostenible (Naumann, Dick et al. 2011).

En 2017, se aplica un modelo de calidad del software al Módulo de Talento Humano del Sistema Informático Integrado Universitario de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. Mediante las normas ISO/IEC 25000, se aplicó el modelo que permitió medir y evaluar el módulo, definiendo una propuesta de mejora (Vaca Sierra 2017).

En 2018, se propone el “Catálogo de Diseño de Sostenibilidad del Software” (Oyededeji, Seffah et al. 2018) como la herramienta que permite integrar la sostenibilidad en el diseño. Es un conjunto de criterios derivados de los nueve principios del manifiesto de Karlskrona, basados en el análisis cruzado de diferentes sistemas.

Para cada criterio se derivan indicadores relacionados con las dimensiones de la sostenibilidad y su orden de impactos.

Un aporte interesante surge del trabajo de Condori Fernández y Lago (Fernández and Lago 2018), quienes determinaron qué atributos de calidad del modelo ISO/IEC 25010 son más relevantes para las dimensiones de la sostenibilidad. Asignan niveles de contribución del atributo a la dimensión, que pueden ser: altamente contributiva, contributiva, ligeramente contributiva o no contributiva. Se comparan los resultados obtenidos en dos instancias diferentes obteniendo tres valores posibles (0, 1 o 2) que indican qué característica es más importante para la dimensión en estudio y cuál es el atributo más relevante.

Un trabajo más reciente, “Método para la evaluación de la sostenibilidad del software para el proceso de Compra y Contratación del sector público”, propone un método para que las entidades del sector público evalúen al adquirir software, la sostenibilidad del mismo, asegurando la calidad y favoreciendo la inversión óptima de los recursos del estado (Carrascal Vergara 2021).

En base a lo anterior, se propone un modelo de calidad de software con la sostenibilidad como característica transversal junto con un conjunto de métricas e indicadores. Este instrumento sirve como apoyo a la toma de decisiones por parte de los encargados de evaluar el impacto del software en el medio ambiente. El modelo sirve también como una guía de las características deseables o esperables en un producto software que aporte a la sostenibilidad y al cuidado del medioambiente.

Nuestra Propuesta

A continuación, se presenta gráficamente el modelo de calidad con base en la norma ISO/IEC 25010 (Figura 1).

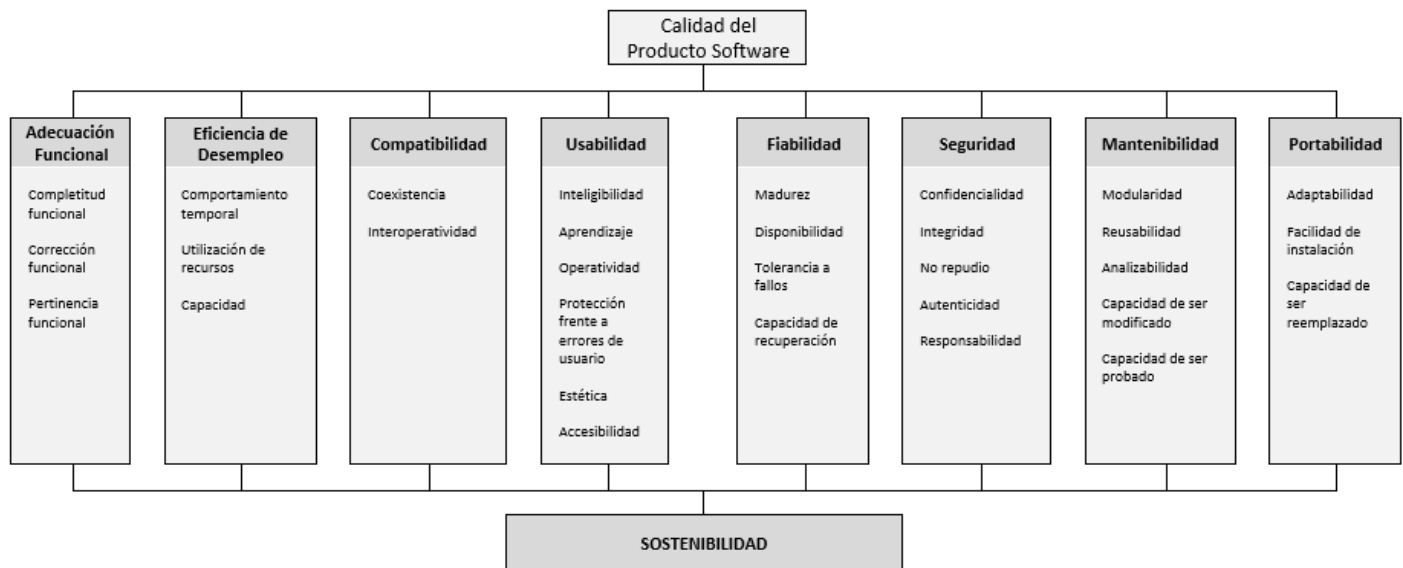


Figura 1. Modelo de Calidad del Producto Software propuesto

Para validar la propuesta se toma como caso de estudio al Sistema de Contrataciones de la Provincia de La Rioja. Al modelo definido junto con las métricas e indicadores se lo instanció teniendo dos periodos de tiempo

en mente. Mediante el modelo se aplican métricas en dos momentos, cuando la gestión era manual y en algunos casos semiautomática y actualmente, cuando se digitalizó tanto la gestión de los proveedores del Estado como la difusión de los pliegos a los posibles oferentes conforme al rubro económico en el cual se encuentra registrado. Por ej., en el año 2019 se aprobaron 255 proveedores mediante una gestión combinada, se preinscribían en el sistema web compras.larioja.gob.ar y luego debían acercarse a la Dirección Gral. de Compras para terminar el trámite presentando toda la documentación en papel, legajo físico. En 2021 se aprobaron 491 proveedores a través del sistema web generándose el legajo electrónico con la documentación digital ingresada en dicho proceso, lográndose digitalizar y despapelizar la gestión. A continuación, se presenta un resumen de los valores obtenidos para las métricas e indicadores para este caso de estudio (Figura 2).

Conclusiones

El modelo de calidad propuesto permitió obtener mejoras en lo que respecta al impacto del producto software sobre el medioambiente. No se encontraron en la bibliografía consultada trabajos científicamente probados sobre la evaluación de la sostenibilidad del software. Algunos autores coinciden en que se puede caracterizar a través del estándar ISO/IEC 25000, evaluando sus atributos más relevantes respecto de las dimensiones ambiental, económica, técnica y social. Siguiendo esa línea de estudio, se definió el modelo de calidad que se propone en este trabajo donde la sostenibilidad sea una característica transversal al modelo, estando inmersa en la evaluación a través de criterios sostenibles dependiendo de las particularidades y objetivos del software.

Característica	Subcaracterística	Métrica	Propósito	Función de medición	Elementos de medida	Ejercicio	Valores	Valor deseado
USABILIDAD	CAPACIDAD PARA SER USADO	Facilidad de uso	Conocer las tareas realizadas sin inconvenientes en un periodo de tiempo razonable	$X = A / T$	A=Número de tareas realizadas sin error T= Tiempo de operación ($T > 0$)	2019 2021	$X = 100 / 60$ (minutos) $X = 1,66$ $X = 150 / 60$ $X = 2,5$	El más lejano a 0 / es el mejor.
		Validaciones contra errores de usuario	Conocer si existen alertas que eviten errores de usuario	$X = A / B$	A=Número de alertas ante errores. B=Número total de procesos con error ($B > 0$)	2019 2021	$X = 40 / 50$ $X = 0,80$ $X = 60 / 65$ $X = 0,92$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.
FIABILIDAD	ACCESIBILIDAD	Facilidad de acceso al sistema	Conocer la accesibilidad al sitio de personas con otras capacidades	$X = A / B$	A=Otras capacidades detectadas en los accesos. B=Número de otras capacidades especificadas ($B > 0$)	2019 2021	$X = 1 / 3$ $X = 0,33$ $X = 2 / 3$ $X = 0,66$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es el mejor.
		Alta disponibilidad	Conocer si el sistema esta operativo siempre que se lo requiera	$X = A / B$	A=Intentos fallidos de acceso / uso. B=Número total de accesos / usos en un periodo ($B > 0$)	2019 2021	$X = 20 / 2000$ $X = 0,01$ $X = 20 / 2000$ $X = 0,005$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.
MANTENIBILIDAD	CAPACIDAD DE SER MODIFICADO	Complejidad de modificación	Conocer con que facilidad el desarrollador puede modificar el software y resolver problemas	$X = A / T$	A=Defectos que requieren modificación. T= Tiempo en que el desarrollador corrige defectos ($T > 0$)	2019 2021	$X = 20 / 180$ (minutos) $X = 0,11$ $X = 20 / 150$ (minutos) $X = 0,13$	El más lejano a 0 es el mejor. (varia el tiempo)
		A entornos de software	Conocer si el sistema es capaz de adaptarse al software	$X = A / B$	A=Funciones/procesos que no se completaron durante las pruebas con el software B=Numero total de funciones/procesos que se probaron ($B > 0$)	2019 2021	$X = 18 / 28$ $X = 0,642$ $X = 10 / 42$ $X = 0,238$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.
SEGURIDAD	CONFIDENCIALIDAD	Control de accesos	Conocer si hubo accesos ilegales	$X = A / B$	A=Número de ingresos ilegales detectados B=Número total de accesos ($B > 0$)	2019 2021	$X = 6 / 2000$ $X = 0,003$ $X = 3 / 3500$ $X = 0,0008$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0 es el mejor.
		Autenticación de la identidad del usuario	Conocer de qué manera se autentica la identidad del usuario	$X = A$	A=Número de métodos de autenticación	2019 2021	$X = 1$ $X = 1$	$X \geq 0$ X mayor o igual a 2 es el mejor.

Figura 2. Instanciación del Modelo de Calidad del Producto Software propuesto para un caso de estudio

La utilización de la Norma ISO/IEC 25000 como base para el modelo de calidad propuesto fue de gran aceptación por parte del equipo de desarrollo de software por ser un estándar ampliamente conocido y utilizado por la empresa.

Al implementarse el sistema, se observaron ventajas en distintos ámbitos. Desde el Estado, eficiencia transaccional, mayor competencia, eficiencia en el ciclo de contratación y satisfacción de los usuarios. Desde el punto de vista de los proveedores, facilidad de acceso al mercado público, mayor participación y facilidad de registro. Y desde el punto de vista social en general, transparencia en la gestión pública.

Aplicar el modelo propuesto, evaluando métricas, como las del ejemplo presentado anteriormente, en dos momentos diferentes del Sistema de Compras y Contrataciones de la provincia, permitió inferir que actualmente el software es sostenible respecto de las dimensiones técnica y ambiental (en este caso), debido a promover mediante la gestión digital de los proveedores del Estado, el uso responsable de recursos.

Al momento de esta presentación, nos encontramos trabajando en el módulo de Licitaciones Pública. Para lo cual se está utilizando el modelo de calidad definido, tanto como guía de desarrollo de la experiencia adquirida como instrumento de evaluación.

Referencias

- Becker, C. (2015). "Manifiesto Karlskrona. Sustainability design and software."
- Callejas-Cuervo, M., A. C. Alarcón-Aldana, et al. (2017). "Modelos de calidad del software, un estado del arte." Entramado 13.
- Carrascal Vergara, C. D. (2021). "Método para la evaluación de la Sostenibilidad del Software para el proceso de Compra y Contratación del Sector Público." Universidad de Antioquia.
- CMMAD-ONU (1987). Informe Brundtland: "Nuestro futuro común". , Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Fernández, N. C. and P. Lago (2018). "Characterizing the contribution of quality requirements to software sustainability." Revista de Sistemas y Software 137.
- ISO/IEC (2014). ISO/IEC 25000. "SQuaRE - System and Software Quality Requirements and Evaluation". <http://iso25000.com>.
- ISO/IEC (2014). ISO/IEC 25010: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.
- ISO/IEC (2015). ISO/IEC 14001 Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
- Naumann, S., M. Dick, et al. (2011). "The GREENSOFT Model: A reference model for green and sustainable software and its engineering." Sustainable Computing: Informatics and Systems. ELSEVIER.
- Oyedeeji, S., A. Seffah, et al. (2018). "A Catalogue Supporting Software Sustainability Design."
- Pressman, R. (2021). Ingeniería del Software: un enfoque práctico.
- Vaca Sierra, T. N. (2017). "Modelo de Calidad de Software aplicado al módulo de Talento Humano del Sistema Informático Integrado Universitario." Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

Calidad de Productos Software: Un Modelo de Calidad para el Software de Gestión Gerencial de una empresa del rubro Alimenticio

Quality of Software Products: A Quality Model for the Management Software of a company in the Food sector

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022.

Santiago Castillo Elías

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.
santicastilloelias@gmail.com

Carlos Salgado

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
mperalta@unsl.edu.ar

Alberto Sánchez

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
alfanego@unsl.edu.ar

Corina Abdelahad

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
corina.abde@gmail.com

Javier Saldarini

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
saldarinijavier@gmail.com

Claudio Carrizo

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
cjcarrizo77@gmail.com

Resumen

Este trabajo se centró en la definición de un modelo de calidad basado en la ISO/IEC 25000 para la mejora de los procesos de negocio del sistema ChessERP, enfocado a distribuidoras de productos de consumo masivos de la ciudad de Rosario, donde trabajamos. El presente trabajo se enmarca dentro de los siguientes proyectos de Investigación: Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Proyecto N° P-03-2020 y Calidad de productos de software: Un aporte para el desarrollo de Software en el Estado Argentino, Código de Homologación

UTN: SIPPBSF0008185. El objetivo es lograr resultados que contribuyan a la investigación entre las instituciones y como base para la formación de los recursos humanos a través de tesis, tesinas o trabajos integradores.

Los modelos de calidad son aquellos documentos que integran la mayor parte de las mejores prácticas, proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis, integran diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad.

El propósito de este trabajo está centrado en la construcción de un modelo de calidad, considerando que este es un elemento de suma importancia a la hora de determinar y definir los requisitos de la calidad del software desde el enfoque de la calidad de productos de software. El software es una de las herramientas de mayor utilidad en la optimización de procesos en las organizaciones, con el propósito de contar y ofrecer optimización, eficiencia y satisfacción de necesidades, razón por la cual el software debe contar con criterios que garanticen su calidad. Estas necesidades o requisitos explícitos y/o implícitos de la calidad se pueden especificar para el desarrollo de un software o bien para evaluar un producto de software ya construido.

Palabras Claves: Modelo de Calidad, Métricas, Norma ISO/IEC 25010, Procesos de Negocio, Software.

Resumen

This work focused on the definition of a quality model based on ISO/IEC 25000 for the improvement of the business processes of the ChessERP system, focused on distributors of mass consumption products in the city of Rosario, where we work. This work is part of the following research projects: Software Engineering: Strategies for Development, Maintenance and Migration of Cloud Systems - Faculty of Physical-Mathematical and Natural Sciences, National University of San Luis. Project No. P-03-2020 and Quality of software products: A contribution for the development of Software in the Argentine State, UTN Homologation Code: SIPPBSF0008185. The objective is to achieve results that contribute to research between institutions and as a basis for the training of human resources through theses, dissertations or integrative works.

Quality models are those documents that integrate most of the best practices, propose management issues that each organization should emphasize, integrate different practices aimed at key processes and allow to measure the progress in quality.

The purpose of this work is focused on the construction of a quality model, considering that this is a very important element when determining and defining the software quality requirements from the software product quality approach. The software is one of the most useful tools in the optimization of processes in organizations, with the purpose of having and offering optimization, efficiency and satisfaction of needs, which is why the software must have criteria that guarantee its quality. These explicit and/or implicit quality needs or requirements can be specified for software development or for evaluating an already built software product.

Keywords: Quality Model, Metrics, ISO/IEC 25010 Standard, Business Processes, Software.

Introducción

Uno de los componentes principales de los sistemas informático lo constituye el software y la calidad de éste tendrá influencia directa en el sistema que lo contiene.

La calidad del software es presentada en la literatura a través de distintas definiciones, algunas de ellas son por ejemplo la expresada en (Pressman 2021), donde a la calidad de software se la define como el cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño explícitamente establecidos, de los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y de las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente.

También vemos que en ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 2014) se la define como el grado en que el producto software satisface las necesidades expresadas o implícitas, cuando es usado bajo condiciones determinadas.

Existen distintos enfoques de la calidad del software, éstos pueden ser, Calidad a nivel proceso, Calidad a nivel de producto y Calidad en uso, para cada uno de estos enfoques existen distintos tipos de modelo de calidad de software que se pueden aplicar, según se especifica en (Callejas-Cuervo, Alarcón-Aldana et al. 2017).

En ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 2014) se establece que un modelo de calidad es un conjunto definido de características, y de las relaciones entre ellas, que proporciona un marco de trabajo para especificar los requerimientos de la calidad y para evaluar dicha calidad.

También se explicita que el alcance de la aplicación de los modelos de calidad incluye el apoyo de la especificación y la evaluación de software y los sistemas informáticos intensivos de software desde perspectivas diferentes de los asociados con su adquisición, requisitos, desarrollo, uso, evaluación, soporte, mantenimiento, aseguramiento y control de la calidad y auditoría.

Los modelos pueden, por ejemplo, ser utilizados por desarrolladores, adquirientes, personal de aseguramiento y de control de la calidad y evaluadores independientes, particularmente aquellos responsables de especificar y evaluar la calidad del producto de software.

Los Modelos de Calidad (MC), son instrumentos o artefactos específicamente diseñados y construidos para soportar la evaluación y selección de componentes de software. Permiten la definición estructurada de criterios de evaluación, la especificación de requerimientos, la descripción de componentes en relación a ellos y la identificación de desajustes de manera sistemática facilitando el proceso de evaluación y selección del software (Villalta and Carvallo 2015).

Modelo de Calidad ISO/IEC 25010

En este apartado se exponen, de manera sintética, las principales características y funciones que puede cumplir el modelo de calidad establecido en la mencionada Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 2014).

De manera general, el modelo de calidad que propone esta norma representa en un primer nivel las principales características de calidad que tendrá el modelo, éstas pueden subdividirse en una o varias subcaracterísticas de calidad, lo que luego permite asociarle los atributos necesarios, éstos últimos representan las cualidades o propiedades de calidad que el software debe satisfacer.

En la Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 2014) se definen dos tipos de modelos de calidad: calidad del producto y calidad en el uso. Si bien se hace una mención de ambos modelos, dada las características de este trabajo solo se desarrollará el modelo de calidad del producto.

Modelo de calidad del producto: Está compuesto por 8 características y 32 subcaracterísticas, éstas se explicitan en la Tabla 1, y se refieren a las propiedades estáticas del software y a las propiedades dinámicas del sistema

informático. Este modelo es aplicable tanto a sistemas informáticos como a productos de software. A continuación, en la Tabla 1 se presenta el modelo de calidad para producto de software.

Tabla 1. Modelo de Calidad del estándar ISO/IEC 25010

Características	Subcaracterísticas
Adaptación funcional	- Completitud funcional - Exactitud funcional - Adecuación funcional
Eficiencia del desempeño	- Comportamiento relativo al tiempo - Utilización de recursos - Capacidad
Compatibilidad	- Co-existencia - Interoperabilidad
Usabilidad	- Capacidad de reconocer la adecuación - Facilidad de aprendizaje - Operatividad - Protección de errores del usuario - Estética de la interfaz del usuario - Accesibilidad
Confiabilidad	- Madurez - Disponibilidad - Tolerancia a fallas - Capacidad de recuperación
Seguridad	- Confidencialidad - Integridad - No repudio - Rendición de cuentas - Autenticidad
Capacidad de mantenimiento	- Modularidad - Reutilización - Capacidad de ser analizado - Capacidad de ser modificado - Capacidad de ser probado
Portabilidad	- Adaptabilidad - Capacidad de instalación - Capacidad de ser reemplazado

Modelo Propuesto

El modelo de calidad propuesto, entre otras características y subcaracterísticas, hace foco en la: Seguridad, Satisfacción del Producto, Eficiencia y Flexibilidad. A continuación, se muestra como ejemplo la definición de características, subcaracterísticas, métricas, etc. del modelo de calidad propuesto:

Eficiencia: Recursos utilizados en relación a la precisión y la completitud con la que los usuarios alcanzan objetivos especificados.

- Tiempo de tarea: que se tarda en completar una tarea con éxito
 - Función de medición: $X = T$ donde $T =$ Tiempo de tarea
 - Aclaraciones: La capacidad de aprendizaje (ISO/IEC 25023) puede medirse por el tiempo que tarda un usuario normal en completar una tarea en comparación con el tiempo que tarda un experto, y cómo cambia con el uso repetido.

Satisfacción: Grado en el cual se satisfacen las necesidades del usuario cuando se utiliza un producto o un sistema en un contexto de uso especificado.

- Utilización de las características: La proporción de un conjunto identificado de usuarios del sistema que utilizan una característica particular
 - Función de medición: $X = A/B$ donde $A =$ Número de usuarios que utilizan una característica particular y $B =$ Número de usuarios en un conjunto identificado de usuarios del sistema.
 - Aclaraciones: 1) Las características pueden ser definidas en diferentes niveles de granularidad, desde una función individual hasta un subconjunto de un sistema. 2) Un valor bajo podría indicar que la característica no es útil, o sólo es útil para un subconjunto de usuarios, o que los usuarios no entienden cómo usarla, o que no saben que existe.

- Evolución de la proporción de errores reportados y corregidos: Evolución de la cantidad de errores reportados por usuarios en un determinado intervalo de tiempo que fueron corregidos, incluyendo la evolución de los errores que fueron corregidos por fuera del tiempo límite establecidos en el SLA.
 - Función de medición: $X = \sum A_i$ A_i = número de errores reportados por los usuarios en un determinado tiempo establecido que fueron corregidos.
 - Aclaraciones: Los errores reportados al equipo de desarrollo tienen un tiempo de vencimiento en el que el mismo tiene que ser corregido por el equipo de desarrollo. El tiempo de vencimiento es el acordado según el SLA.

Seguridad: Grado en el cual un producto o un sistema provee herramientas y mecanismos para garantizar la seguridad de la información ante accesos no autorizados y además garantizar el acceso a la información cuando sea necesario.

- Confidencialidad por funcionalidad: Grado de acceso a una funcionalidad o característica dentro de un módulo del sistema
 - Función de medición: $X = \sum A_i / N$, A_i grado de protección de acceso a una determinada función o característica de un módulo, con 1 si el grado de protección es total o 0 si no posee protección y N = Número total de características o funciones del módulo.
 - Aclaraciones: Se debe medir el grado de protección a las funcionalidades y acceso desde distintas fuentes de origen como acceso directo desde un link, una redirección a partir de un determinado evento, etc.

Flexibilidad: Facilidad con la que un producto o elemento de software puede modificarse para cumplir con los requisitos adicionales del usuario.

- Reutilización de componentes de Software: Cantidad de componentes usadas en un determinado módulo o componente, que han sido definidas en otro módulo o componente.
 - Función de medición: $X = \sum A_i$ A_i = componente de software reutilizado.
 - Aclaraciones: Esta medición se obtiene a partir de la suma de componentes reutilizados para el desarrollo de un determinado componente de software analizando el código fuente. El Componente se define de acuerdo al contexto en el que se aplique, pudiendo ser una librería, función, método, etc.

Caso de Estudio

Una vez que se contaba con el modelo de calidad y un conjunto de métricas e indicadores de calidad. Se procedió a realizar la instanciación y aplicación de las métricas sobre el producto ChessERP. Este es un software pensado para cubrir las operaciones específicas de una distribuidora de productos de consumo masivo, sumadas a las funciones habituales de cualquier sistema de gestión o ERP.

Permite obtener informes de gestión adecuados para la toma de decisiones e incrementar la productividad en los procesos de gestión de pedidos, picking y depósito, control de inventarios, logística y distribución, pricing, facturación, fuerza de ventas, compras, entre otros.

Es una herramienta de gestión gerencial que permite calcular ventas segmentados por vendedor y supervisor, comparativas entre clientes, cobertura y rechazos, eficiencia de preventa, efectividad de visitas realizadas, seguimiento de inversión de equipos de frío, análisis financieros, entre tantas otras opciones disponibles.

A partir del Modelo Propuesto previamente definido se obtuvieron los siguientes resultados sobre el producto ChessERP:

Métrica: Tiempo de tarea

- Muestra: Se midió el tiempo en realizar dos tareas: Alta de sucursal de una empresa y Alta de un talonario. Estas acciones las realizó un usuario con conocimientos del sistema, pero nunca había realizado esas acciones previamente.

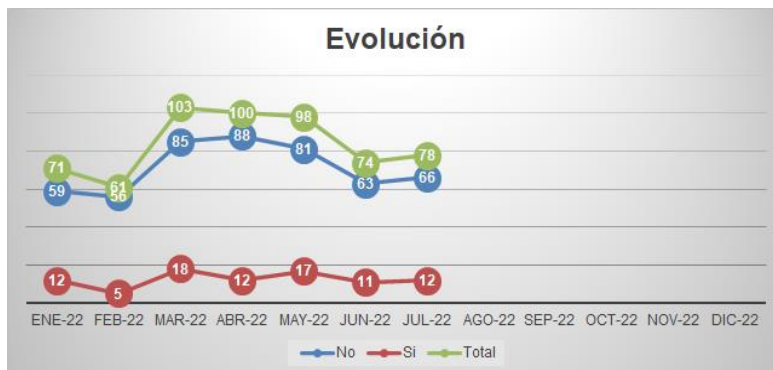
- Resultados Obtenidos: Para el alta de una Sucursal nueva el tiempo de tarea fue de dos minutos y para el alta de un Talonario nuevo fue de 5 minutos. Se realizaron las mismas acciones nuevamente y se tardó 1 minuto para el alta de Sucursal y 2 minutos para el alta Talonario.

Métrica: Utilización de las características

- Muestra: Se utilizó la herramienta de Google Analytics. Se ha analizado todos los módulos del sistema. El universo analizado es de 157511 usuarios.
- Resultados Obtenidos: El módulo Listado de Pedidos es el más utilizado con 9992 usuarios que utilizan la característica, por lo que se obtiene $X = 0.063$ o un 6.3% de usuarios utilizan dicha característica. El segundo módulo más utilizado es Visualización de un Comprobante con 5827 usuarios que utilizan la característica, por lo que se obtiene $X = 0.037$ o un 3.7% de usuarios utilizan dicha característica.

Métrica: Evolución de la proporción de errores reportados y corregidos

- Muestra: Cantidad de errores reportados en la herramienta de administración Apptio Targetprocess en un periodo de 6 meses.
- Resultados Obtenidos: En el periodo analizado se reportaron 585 errores de los cuales se vencieron 87 errores reportados que fueron corregidos, pero por fuera del tiempo establecido en el SLA.



Métrica: Reutilización de componentes de Software

- Muestra: Se ha analizado un módulo del código fuente Front End del Módulo de Proveedores. Esta desarrollado en JavaScript, HTML y CSS utilizando el framework Angular v12. Dicho Módulo posee 5 componentes Angular.
- Resultados Obtenidos: En el módulo analizado se ha encontrado la reutilización de 7 componentes Angular dentro de las 4 componentes que conforman el módulo.

Métrica: Confidencialidad por funcionalidad:

- Muestra: Se han analizado dos módulos: Maestro de Clientes y Maestro de Proveedores. El Maestro de Clientes posee las siguientes funcionalidades divididas en secciones: Grilla de Proveedores, Ubicación comercial, Datos Impositivos y de Facturación, Formas de Pago, Fuerza de Ventas, Ubicación de entrega, Fletes y Comisiones de Venta y Datos Estadísticos. El Maestro de Proveedores posee las siguientes funcionalidades divididas en secciones: Grilla de Proveedores, Información General del Proveedor, Datos Impositivos y Artículos. Se analizó el acceso a las funcionalidades desde distintas fuentes de origen como acceso directo desde un link y desde el menú del sistema.
- Resultados Obtenidos: Módulo de Clientes: $\sum A_i = 8/N = 8$ por lo que $X=1$. Módulo de Proveedores: $\sum A_i = 1/N = 4$ por lo que $X=0.25$.

A modo de conclusión, a partir de las métricas analizadas sobre el producto ChessERP se obtuvieron las siguientes conclusiones. En la métrica “Tiempo de tarea” se observa una diferencia de aproximadamente 50% entre las dos mediciones, lo que sugiere que existe una mejora posible en cuanto a Ayuda al usuario para realizar las acciones mencionadas. En la métrica “Utilización de las características” se observa que el módulo más utilizado es “Listado de Pedidos”, esto se debe a que dicho modulo muestra los distintos tipos de pedidos presentes de las empresas como facturas, remitos, notas de crédito, etc., que es de vital importancia en el negocio. La métrica “Reutilización de componentes de Software” se obtuvo que aproximadamente por cada componente se reutilizaron dos componentes definidas en otros módulos, esta métrica es importante en el desarrollo ya que reutilizar software permite mejorar

la productividad y la calidad del desarrollo. A partir de la métrica “Confidencialidad por funcionalidad”, se observa que la confidencialidad no es uniforme en los módulos analizados, esto sugiere estandarizar un cierto grado de protección mínima que cumplan todos los módulos para asegurar cierto grado de confidencialidad. En la métrica “Evolución de la proporción de errores reportados” se observa que en el mes de marzo se incrementaron los errores reportados en un 70%, esto se debe a que se implementó una versión nueva del sistema, posteriormente se produjo una reducción en los errores reportados, volviendo a los valores de meses anteriores.

Conclusiones

En la actualidad, una de las características principales que se espera en cualquier sistema informático es la calidad. Existen distintos enfoques de la calidad del software y para cada uno de ellos se proponen distintos modelos de calidad de software que se pueden aplicar, según sea el tipo de sistema. Si bien, se han propuestos distintos modelos de calidad en los estándares actuales que regulan el desarrollo de software, estos modelos no siempre se ajustan a las necesidades particulares de un desarrollo. Por ello, es necesario adecuar dichos modelos o, en su defecto definir un nuevo modelo que permita llevar a cabo un desarrollo de calidad.

Así, en este trabajo se presenta un modelo de calidad basado en la norma ISO/IEC 25000 para la mejora de los procesos de negocio, enfocado a distribuidoras de productos de consumo masivos. En particular se instanció en modelo con el sistema ChessERP, obteniendo resultados satisfactorios y mejorando el proceso en general.

Si bien el modelo se analizó sobre el sistema ChessERP que está orientado a distribuidores de consumo masivo, el modelo tiene la flexibilidad necesaria como para ser aplicado en otros contextos en los que se necesite analizar características como Seguridad, Satisfacción del Producto, Eficiencia y Flexibilidad utilizando las métricas definidas en el modelo propuesto.

Referencias

- Callejas-Cuervo, M., A. C. Alarcón-Aldana, et al. (2017). "Modelos de calidad del software, un estado del arte." Entramado **13**.
- ISO/IEC (2014). ISO/IEC 25000. "SQuaRE - System and Software Quality Requirements and Evaluation". <http://iso25000.com>.
- ISO/IEC (2014). ISO/IEC 25010: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.
- Pressman, R. (2021). Ingeniería del Software: un enfoque práctico.
- Villalta, A. and J. P. Carvalho (2015). " Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura." Maskana, CEDIA 2015.

Detección de pose usando Deep Learning en ambientes industriales

Pose Detection using Deep Learning in Industrial Environments

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Rebeca Yuan

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco
ryuan@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Micaela Mulassano

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco

Javier Redolfi

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco
javierredolfi@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

Cada vez es más común aplicar visión artificial en distintos entornos industriales, para establecer la ubicación, forma y calidad de los objetos. En trabajos anteriores se analizaron algoritmos de *machine learning* que permitieron detectar objetos y su presentación (frente/dorso). La presente investigación analiza la aplicación de una red convolucional profunda conocida como U-Net, para la segmentación de imágenes. El objetivo es lograr obtener la pose de los objetos, completando así la información de pose (ubicación) para utilizar métodos de *bin picking* (recogida aleatoria de contenedores) que completen el proceso de embalaje del objeto.

Palabras Claves: redes convolucionales, pose, U-Net

Abstract

It is becoming more and more common to apply machine vision in different application domains, to establish the location, quality, formation of objects. In previous works, machine learning algorithms were analyzed to detect objects and their presentation (front/back). The present research analyzes the application of a deep convolutional network defined under the U-Net algorithm, for image segmentation. The objective is to obtain the pose of the objects, thus completing the pose information (location) in order to use bin picking methods to complete the object packing process.

Keywords: convolutional networks, pose, U-Net

Introducción

Ya sea en medicina, industria, control de procesos, calidad, etc., la visión artificial está tomando cada vez más resonancia por los excelentes resultados que se obtienen en detección y clasificación. En estudios previos realizados por el equipo de investigación (Redolfi, 2020), se buscó obtener datos de paquetes de salchicha que viajaban en cintas transportadoras. El objetivo era poder detectar los paquetes, conocer su presentación (frente/dorso) y posición, para que estos datos sean receptados por un robot tipo tridop/araña que, en punta de la línea de embalaje, pueda ubicar los paquetes de salchicha en forma correcta dentro de la caja para su embalaje. Los métodos de *bin picking*, que detectan y extraen automáticamente las piezas situadas aleatoriamente dentro de una cinta o contenedor, proporcionan una mejora en la cadena productiva, reduciendo el tiempo del proceso, aumentando la productividad y mejorando la calidad laboral (Rodríguez, 2019). Estos métodos giran en torno a la visión por computadora y la robótica. La visión por computadora, permite el reconocimiento de la imagen, para esto, en investigaciones anteriores se utilizó YOLO.v3 (Yuan Rebeca, et al. 2021)(Redolfi, 2020)(Hmrishav Bandyopadhyay, 2022). A diferencia de otros algoritmos de

reconocimiento que reutilizan los clasificadores para realizar la detección, YOLO utiliza una red neuronal haciendo predicciones de cada cuadro y probabilidad de clases de pertenencia de la imagen al mismo tiempo. La principal ventaja de este algoritmo es la velocidad, pudiendo correr a 15 cuadros por segundo en una PC común y llegando a 120 cuadros por segundo en PC con placas de video. Los enfoques basados en redes neuronales convolucionales (CNN: *convolutional neural network*) tienen gran éxito en el reconocimiento de imágenes. Uno de los avances de las redes convolucionales (CNN: *convolutional neural network*) se corresponde a R-CNN (Regiones con CNN) (Evan Shelhamer, Jonathan Long, 2016). Los algoritmos como Faster R-CNN funcionan detectando posibles regiones de interés utilizando *Region Proposal Network* y luego realizan el reconocimiento de esas regiones por separado, YOLO realiza todas sus predicciones con la ayuda de una sola capa completamente conectada. Si bien los resultados fueron positivos, no se logró establecer la pose del objeto dentro de la cinta. La presente investigación, busca completar los datos necesarios para el empaque de objetos que se mueven en cintas transportadoras, para su empaque final.

Pose

La pose se define como la ubicación y orientación que caracteriza al objeto y que parte de un punto de referencia ubicado en un punto estratégico dentro de dicho objeto, ya sea el centro del objeto o una zona característica. Para este caso en particular en donde trabajamos en un plano de referencia como la cinta transportadora, la pose está definida como las posiciones x e y del objeto y la orientación con respecto a la cinta transportadora. En el trabajo citado se utilizó Yolo para encontrar la posición x e y del objeto, pero el problema de usar esta red es que es incapaz de encontrar la orientación del objeto. Debido a esta limitación se decidió encarar el problema como uno de segmentación semántica. La segmentación semántica consiste asignar una etiqueta de clase a cada píxel perteneciente al objeto. Para hacer esto se decidió utilizar el algoritmo U-NET (Libin Jiao, Lianzhi Huo, 2020).

U-NET

Los modelos basados en CNN (Evan Shelhamer, Jonathan Long, 2016), como YOLO utilizan extractores de características para aprender de forma adaptativa características dentro de las imágenes y, posteriormente, mapearlas. Las CNN clasifican cada píxel de una imagen de forma individual, presentándolo como parches extraídos alrededor del píxel concreto, luego producen un mapa de probabilidad multicanal del mismo tamaño que la imagen de entrada. Para mitigar el gran consumo de memoria, se añade una capa de muestreo (como la agrupación de máximos y la agrupación de promedios) después de varias capas convolucionales. Sin embargo, esto último afecta la resolución en la salida. Uno de los métodos propuestos para solucionar este inconveniente son las FCN (*Fully Convolutional Networks*). Las FCN pueden aceptar cualquier tamaño de imagen de entrada; la última capa convolucional puede restaurar la dimensión de sus entradas al mismo tamaño que la imagen inicial, de modo que se puede generar una predicción para cada píxel, conservando la información espacial de la imagen de entrada original (Ver Figura 1).

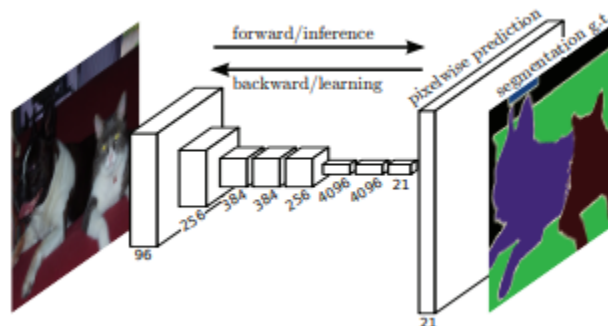


Figura 1. Las redes totalmente convolucionales pueden aprender a realizar predicciones para tareas complejas.

Al igual que las FCN, la U-Net (Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, 2015) consta de capas convolucionales, capas de muestreo descendente y capas de muestreo ascendente. Una característica distintiva con respecto a las FCN es el número de capas de muestreo descendente y capas de muestreo ascendente y capas de convolución, entre ellas, en la U-Net es el mismo. Además, U-net utiliza la operación de conexión de salto para conectar cada par de capas de muestreo descendente y la capa de muestreo ascendente, lo que hace que la información espacial se aplique directamente a capas mucho más profundas y que el resultado de la segmentación sea más preciso. La arquitectura U-Net se deriva de la llamada "red totalmente convolucional" propuesta por primera vez por Long, Shelhamer y Darrell (Evan Shelhamer, Jonathan Long, 2016).

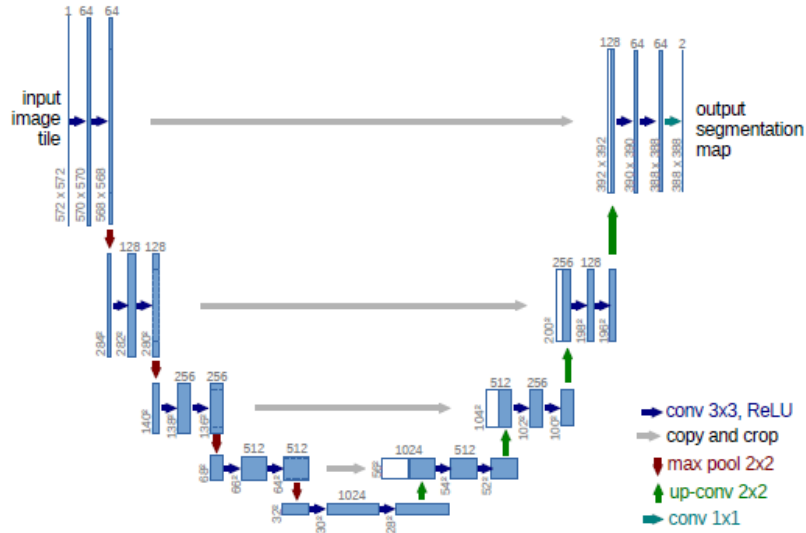


Figura 2. Arquitectura U-net (ejemplo para 32x32 píxeles en baja resolución)

La arquitectura de la red se ilustra en la Figura 2. Consta de una ruta de contracción (lado izquierdo) y un camino expansivo (lado derecho). La ruta de contracción sigue la arquitectura típica de una red convolucional. Consiste en la aplicación repetida de dos convoluciones de 3x3, cada una de ellas seguida de una unidad lineal rectificadora (ReLU) y una operación de *pooling* para el muestreo descendente. En cada paso de muestreo descendente se duplica el número de canales. Cada paso de la ruta expansiva consiste en un *upsampling* del mapa de características seguido de una convolución 2x2 (“*up-convolution*”) que reduce a la mitad el número de canales de características. En la capa final, se utiliza una convolución 1x1 para asignar cada vector de características de 64 componentes al número deseado de componentes. En total, la red tiene 23 capas convolucionales.

Desarrollo

Para el entrenamiento de la red, es necesario tener imágenes etiquetadas en donde se indique en que parte de la imagen se encuentran los paquetes a detectar. El etiquetado de las imágenes se realizó a través del software Labelimg (<https://github.com/heartexlabs/labelImg>), de característica *open source* que permitió hacer factible el etiquetado como se observa en la imagen (Figura 3).

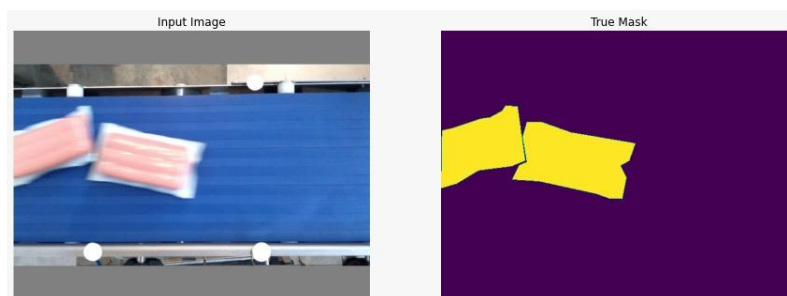
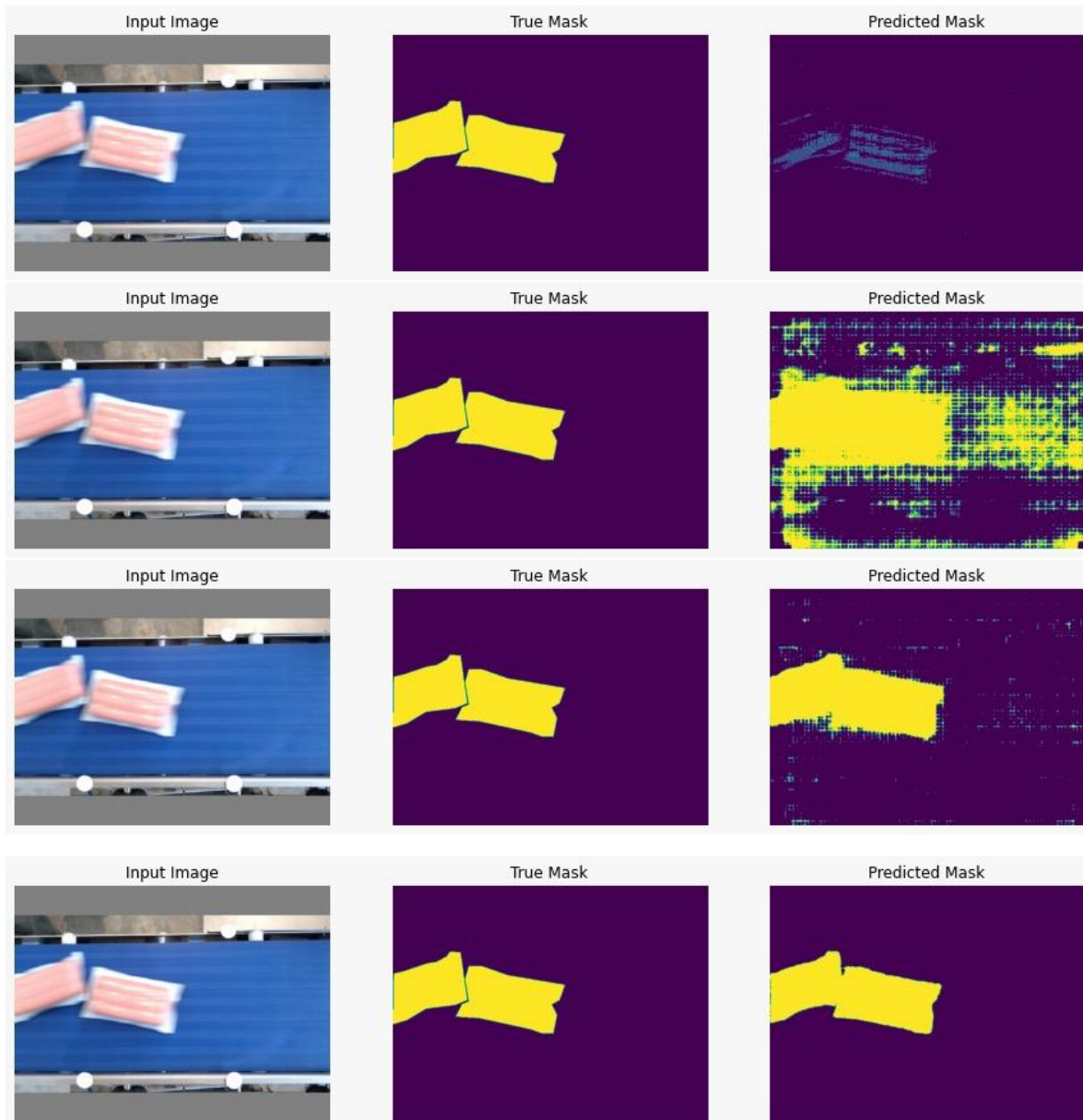


Figura 3. Etiquetado a través de Labelimg

Después del etiquetado se procedió al entrenamiento de la red. Dicho entrenamiento se realizó en la plataforma Colab de Google (<https://colab.research.google.com>). Se utilizaron 18 imágenes de entrenamiento y se corrieron 20 iteraciones de entrenamiento.

A continuación, en la secuencia de imágenes, se muestran diferentes predicciones de la red a medida que se ejecutaban diferentes pasos de entrenamiento. En un comienzo se puede observar que la predicción es muy baja (*Predicted Mask*), pero a medida que la red se entrena va comenzando a detectar los paquetes.



Otra forma de analizar la evolución de aprendizaje es a través de la función de pérdida o *loss function*, la cual evalúa la desviación entre las predicciones realizadas por la red neuronal y los valores reales de las observaciones utilizadas durante el aprendizaje. Cuanto menor es el resultado de esta función, más eficiente es la red neuronal. La siguiente gráfica (Figura 4) muestra la evolución de la función pérdida de la red neuronal a medida que aumentan los pasos de entrenamiento.

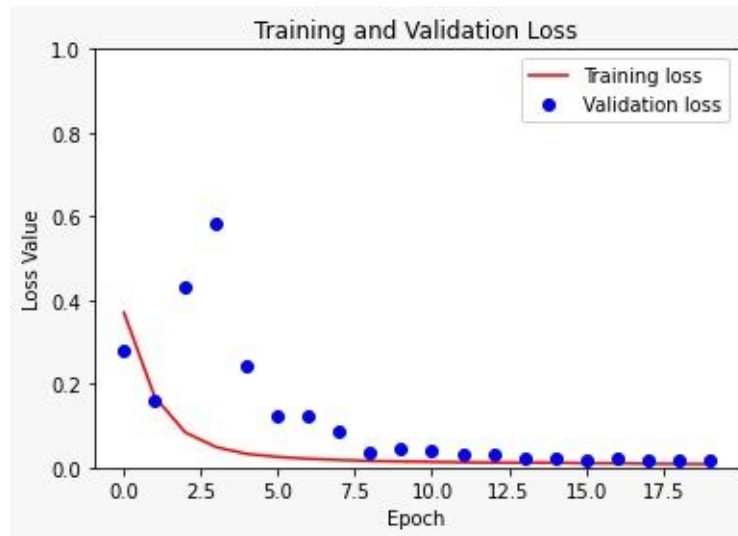


Figura 4. Función de Pérdida

Resultados experimentales

Una vez entrenada la red, se la aplicó al reconocimiento de nuevos paquetes de test, no utilizados en el entrenamiento. En la siguiente imagen (Figura 5), se pueden ver algunos ejemplos de las detecciones realizadas).



Figura 5. Reconocimiento de pose

Conclusiones

A través del entrenamiento de la red U-Net se logró obtener la pose de los paquetes en el conjunto de imágenes de test. Lo que resta para poder pasarle esta información a un sistema de *bin picking* es calcular el centroide y la orientación de cada paquete en base a la máscara obtenida a través de U-Net. A futuro, se planea capturar nuevos videos para entrenar el algoritmo con un mayor número de imágenes, además de etiquetar la orientación de cada paquete para compararla con la obtenida usando el algoritmo propuesto.

Referencias

- Evan Shelhamer, Jonathan Long, and T. D. (2016). Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. *IEEE Xplore*. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2016.2572683>
- Hmrishav Bandyopadhyay. (2022). <https://www.v7labs.com/blog/yolo-object-detection>.
<https://www.v7labs.com/blog/yolo-object-detection>
- Libin Jiao, Lianzhi Huo, C. H. and P. T. (2020). Refined UNet: UNet-Based Refinement Network for Cloud and Shadow Precise Segmentation. *Remote Sens*. <https://doi.org/10.3390/rs12122001>
- Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and T. B. (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *Springer, Vol.9351*, 234–241. <http://lmb.informatik.uni-freiburg.de/>
- Redolfi, R. Y. I. J. B. J. C. J. A. (2020). Detección de Paquetes en Movimiento sobre una Cinta Transportadora Usando Visión por Computadora. *IEEE Xplore*. <https://doi.org/10.1109/ARGENCON49523.2020.9505530>

Rodriguez, A. C. (2019). *Sistema de detección y estimación de pose de objetos basado en visión por computador para planta piloto Industria 4.0*. Universidad de Oviedo.

Yuan Rebeca, Mulassano Micaela, Chiabrando Bruno, Jaime Ibrahim, Cervetti Gonzalo, R. J. (2021). *Detección de pose de objetos usando cámaras RGB para aplicaciones industriales*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33414/ajea.1.871.2021>

Estación terrena adaptable y su secuencia didáctica flexible para un CANSAT educativo

Customizable Ground Station and its flexible learning plan for an Educational CANSAT

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Agustín Fernández

Universidad Siglo 21
agustin.fernandez@ues21.edu.ar

Ricardo Medel

Universidad Siglo 21
ricardo.medel@ues21.edu.ar

Marcos Requena

Universidad Siglo 21
marcos.requena@ues21.edu.ar

Resumen

Los CANSAT son modelos de satélites no orbitales de bajo costo que utilizados en STEAM en ambientes educativos técnicos. Se propone implementar el modelo CANSAT con secuencias didácticas flexibles, que permitan a cada docente elegir la secuencia adecuada a los conocimientos de sus estudiantes y las competencias a desarrollar en el curso. Se presenta una Estación Terrena adaptable a dichos objetivos educativos y un conjunto de documentos que permiten seleccionar la secuencia didáctica adecuada para su aplicación en el contexto de un proyecto CANSAT educativo.

Palabras clave: Educación. Competencias. Tecnología Satelital. CANSAT. Segmento Terreno.

Abstract

CANSAT are low-cost, non-orbital satellite models frequently used in technical schools to teach STEAM topics. We propose to use flexible learning plans for the CANSAT model, allowing teachers to choose the class path based on the students knowledge and the competences to be developend in the course. Thus, we present a Ground Station software that can be adapted to the course's goals and a set of documents allowing to choose the best learning plan for a CANSAT project.

Keywords: Education. Competences. Satellite Technologies. CANSAT. Ground Segment.

Introducción

El objetivo de este proyecto es la creación de un modelo técnico-pedagógico de CANSAT aplicable a distintos niveles educativos en el desarrollo de competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática).

Un CANSAT ("can" por lata y "sat" por satélite) es un modelo de satélite educativo con casi todos los elementos de un satélite real en un cilindro de 66x115 mm, con sensores conectados a un procesador y un transmisor de radio. No están diseñados para ser puestos en órbita, ni soportar el ambiente espacial, por lo que realizan vuelos suborbitales transportados por cohetes o globos aerostáticos [4].

Los CANSAT son herramientas pedagógicas para cursos STEAM porque, basándose en materiales accesibles para las instituciones escolares, su construcción y uso requieren procesos complejos y multidisciplinarios que permiten el aprendizaje y la ejercitación en temas de ingeniería, electrónica, programación y otras disciplinas asociadas a un proyecto satelital [6]. Por esto, su uso se expandió por todo el mundo, en escuelas secundarias técnicas o en carreras tecnológicas universitarias [7].

Este proyecto, en desarrollo desde 2018, propone la creación de un CANSAT de bajo costo y de armado simple para ser utilizado como recurso pedagógico junto a secuencias didácticas con diferentes niveles de complejidad, que sean seleccionadas según los conocimientos previos e intereses de estudiantes y docentes, así como de las competencias a desarrollar en cada curso [3]. Se construyeron los demostradores tecnológicos y prototipos mostrados en Figura 1. Se tomó la decisión de diseño de evitar el uso de transmisores para el envío de los datos desde el CANSAT durante el vuelo. En cambio, los datos se almacenan en una tarjeta de memoria que es recuperada luego del vuelo e insertada en la computadora de la Estación Terrena.

Este trabajo presenta el software de Estación Terrena desarrollado para acompañar al modelo de CANSAT y las secuencias didácticas flexibles que permiten al docente elegir la complejidad de las actividades relacionadas a la visualización, análisis y reporte de datos a realizar durante el curso.

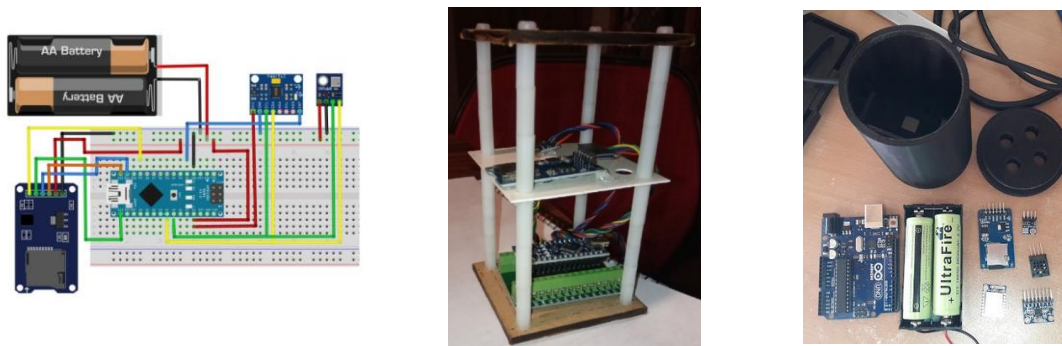


Fig. 1. Diseño, demostrador tecnológico y prototipo de CANSAT.

Desarrollo

En la Figura 1 pueden verse que el CANSAT desarrollado, por razones de costos, no incluye un transmisor, por lo que los datos tomados por los sensores del CANSAT durante el vuelo son almacenados por el procesador Arduino en una tarjeta de memoria. Esta es recuperada luego de cada vuelo e insertada en una computadora portátil que, a través del software de Estación Terrena, permite visualizar los datos obtenidos por los sensores.

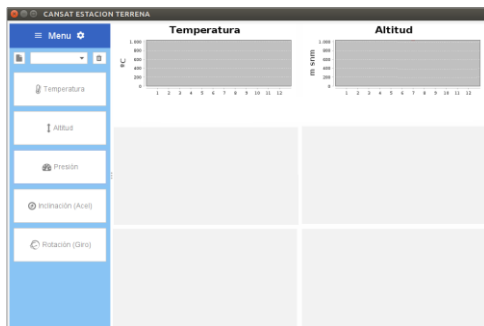
Los sensores incluidos en este CANSAT son los usuales: un barómetro y un acelerómetro-giróscopo que obtienen valores de temperatura, presión atmosférica, los estados en los 3 ejes del acelerómetro y en los 3 ejes del giróscopo. Estos valores permiten calcular la altitud del dispositivo y almacenar todos los datos en un archivo de formato CSV (Valores Separados por Coma).

Según un relevamiento bibliográfico [2], uno de los aspectos menos explorados de estos proyectos es el desarrollo y utilización de una Estación Terrenal que se adapte y cumpla con los objetivos pedagógicos de cada curso. Además, el procesamiento de datos en la Estación Terrenal recibe poco tratamiento en la bibliografía y no se la diseña como una herramienta de aprendizaje de programación [1]. Desarrollamos entonces una Estación Terrenal que ofrece a docentes y estudiantes oportunidades de desarrollo de la competencia de Pensamiento Computacional, agregando así nuevas capas de aprovechamiento de proyectos educativos basados en CANSAT [5].

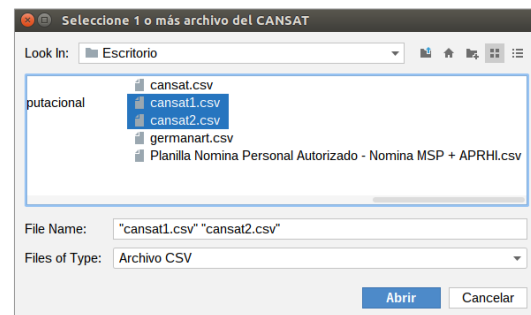
La Estación Terrenal implementada toma uno o más archivos en formato CSV y los muestra en gráficos de coordenadas cartesianas, como se muestra en la Figura 2, ofreciendo una interfaz que puede modificarse fácilmente sin requerir programación (estilo "drag and drop") pero que también puede ser modificada usando Java. La versión simple (Figura 2a) incluye los gráficos de Temperatura y Altitud, que muestran los datos obtenidos por el CANSAT una vez que el usuario seleccione los archivos correspondientes en la tarjeta de memoria (Figuras 2b y 2c). El menú de la izquierda permite agregar, usando "drag and drop", gráficos de Presión (Figura 2d), Ángulo de inclinación (tomado del acelerómetro) y Rotación (del giróscopo).

Usando editores se puede modificar el comportamiento de cualquiera de los botones del menú de la izquierda sin necesidad de programar. La Figura 3 muestra cómo modificar la forma y el comportamiento del botón Presión utilizando la IDE NetBean. Una tercera forma de cambiar el comportamiento de la Estación Terrenal es reescribir las clases Java que definen los botones de la interfaz. La Figura 4 muestra el código para la clase PresionGrafico.

Este software, al ser pasible de modificaciones a través de la escritura de clases Java, permite desarrollar la competencia de Pensamiento Computacional, que ha sido incluida en nuestro diseño pedagógico junto con sus dimensiones, criterios y evidencias, de acuerdo con el análisis que le ha realizado nuestro equipo a dicha competencia.



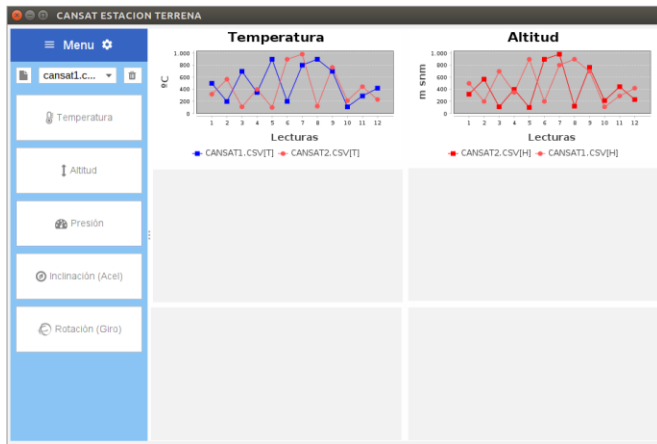
(a) Pantalla inicial de la Estación Terrenal.



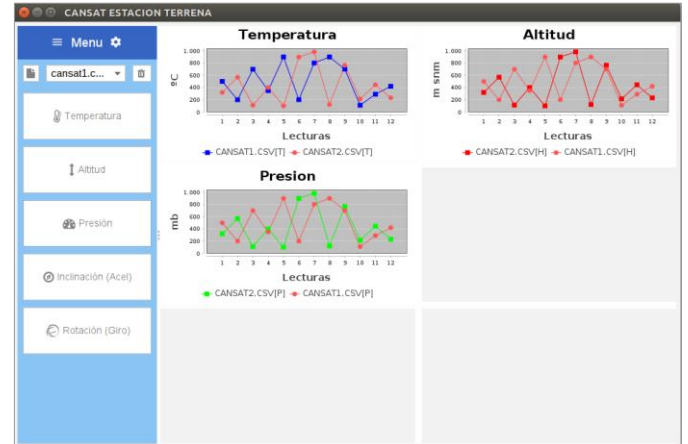
(b) Selección de dos archivos de datos.

Fig. 2: Secuencia de pantalla inicial, selección de archivos y gráficos en la Estación Terrenal.

1 Estación Terrenal es la computadora con el software requerido para recibir, procesar y mostrar al usuario la información obtenida por los sensores del CANSAT en su vuelo.



(c) Gráficos mostrando los datos seleccionados.



(d) Agregado del gráfico de Presión.

Fig. 2: Secuencia de pantalla inicial, selección de archivos y gráficos en la Estación Terrena.

La competencia, dimensiones y criterios relevantes para este aspecto del proyecto CANSAT se muestran en la Tabla 1. Por cuestiones de espacio, no se incluye la columna de Evidencias, en la que se detallarían las actitudes, actividades o resultados que permitirán demostrar la adquisición de la competencia.

En cuanto a la secuencia didáctica flexible, se ha desarrollado un conjunto de documentos que explican los conceptos y proponen actividades con diferentes niveles de complejidad, comenzando desde la utilización de la Estación Terrena tal como se ver en la Figura 2 y llegando a la programación de clases Java para el desarrollo de gráficos a ser incluidos en la interfaz. La Figura 5 muestra cómo se enlazan dichos documentos. Sus nombres identifican el contenido.

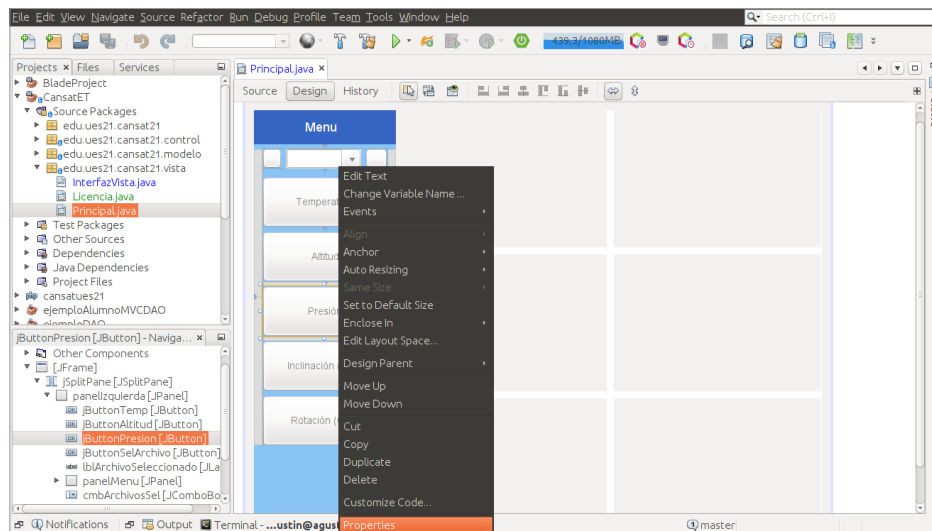


Fig. 3. Selección del menú Propiedades para modificar el comportamiento del botón Presión.

```

19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56

```

Fig. 4. Código Java que define el comportamiento estándar del botón Presión.

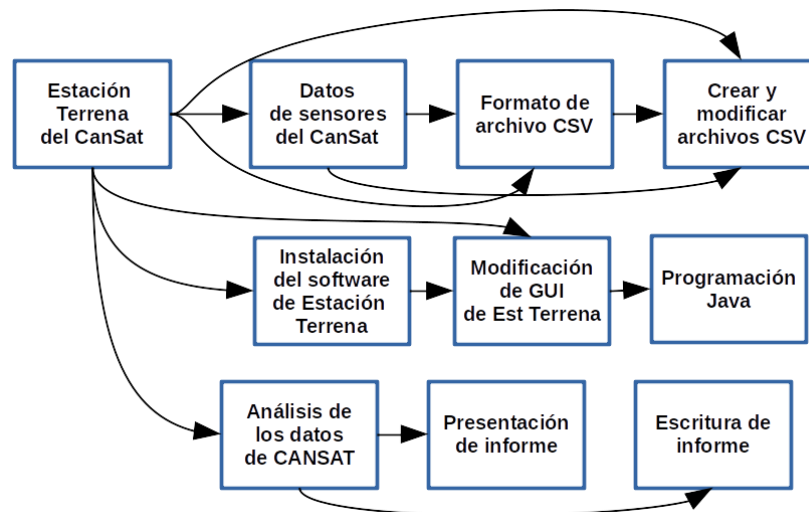


Fig. 5. Documentos educativos de Estación Terrena y sus relaciones.

Tabla 1. Dimensiones y criterios definidos para la competencia Pensamiento Computacional.

COMPETENCIA	DIMENSIÓN	CRITERIO
Pensamiento computacional	Análisis de sistemas digitales del CANSAT	Diferencia las unidades de un sistema digital
		Identifica las relaciones entre las unidades de un sistema digital
		Describe el funcionamiento de un sistema digital
	Planificación de soluciones digitales	Identifica los datos de entrada, intermedios y salida del algoritmo
		Modela en formato digital los datos del algoritmo
		Diseña una solución algorítmica
		Diseña pruebas para verificar soluciones algorítmicas
	Codificación de programas	Ejecuta pruebas para verificar soluciones algorítmicas
		Codifica una solución algorítmica en un programa
		Aplica estrategias de división-resolución de problemas, abstracción de comportamiento y encapsulamiento de implementaciones.

Conclusiones

Como parte del proyecto de investigación en el uso educativo de CANSAT, se creó un documento con las competencias que se espera desarrollar (en la Tabla 1 se muestra solo la competencia Pensamiento Computacional), se desarrolló un prototipo de modelo de satélite (Figura 1), se programó un software de Estación Terrena flexible, que puede ser utilizado directamente o modificado con o sin conocimientos de programación (Figuras 2 a 4) y se escribió un conjunto de documentos que pueden ser utilizados seleccionando la secuencia didáctica más adecuada, según los conocimientos previos de estudiantes y docentes y de las competencias que se espera desarrollar en el curso donde se incluirá el proyecto CANSAT.

Como trabajo futuro se realizarán experimentos áulicos que permitan validar la hipótesis de que estos dispositivos didácticos pueden ser utilizados en diferentes entornos y niveles educativos. Además, se continuará con el desarrollo de documentos para las restantes actividades incluidas en un proyecto CANSAT, tales como planificación y seguimiento de procesos, diseño, construcción y utilización del segmento de vuelo, y diseño, construcción y utilización del vector de lanzamiento.

Referencias

- [1] Anchino, L., Torti, A., Miretti, M., Bernardi, E., Peretti, G. y Podadera, R. (2019). "Desarrollo de un Dispositivo CANSAT para Fomentar el Acceso a las Tecnologías Espaciales". XXI WICC. San Juan, Argentina.
- [2] Arruabarrena, M., Fernández, A., Medel, R. y Mori, L. (2019). "Estudio Bibliográfico del Estado del Arte del Desarrollo y Aplicaciones Educativas de CanSats". X CATE. Buenos Aires, Argentina.
- [3] Arruabarrena, M., Báez, L., Fernández, A., Lammers, M., Marengo, E., Medel, R., Mori, L., Requena, M., Vicente, A. (2020). "Minisatélite CanSat Aplicado al Aprendizaje Basado en Problemas en Diversos Contextos Educativos". Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 "50 Aniversario", UTN FRSFco. San Francisco, Córdoba, Argentina.
- [4] Báez, E., Descalzo, F.A. y González, P.M. (2009). "CANSAT: Una experiencia cooperativa", V Congreso Argentino de Tecnología Espacial (CATE). Mar del Plata, Argentina.
- [5] Báez, L., Del Carril, R., Fernández, A., Medel, R., Requena, M., Romero, R. (2021). "Desarrollo de una Estación Terrena educativa para CanSats". IX CONAIISI. Mendoza, Argentina.
- [6] Colín, Á. (2016). "CIENCIA Y SOCIEDAD: Picosatélites cansat: una herramienta para la educación en ciencias del espacio". Ciencia UANL. Número Septiembre-Octubre.
- [7] Walker, R., Galeone, P., Page, H., Castro, A. and Emma, F. (2010). "ESA hands-on space education project activities for university students: Attracting and training the next generation of space engineers". Proceedings of IEEE EDUCON 2010 Conference. Madrid, España.

Evaluación de Calidad de Datos en el ámbito de un Sistema de Gestión Académico mediante ISO/IEC 25000

Data Quality Assessment in the Scope of an Academic Management System through ISO/IEC 25000

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Claudio Carrizo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
cjcarrizo77@gmail.com

Javier Saldarini

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
saldarinijavier@gmail.com

Marta Cabrera Villafañe

Universidad Nacional de La Rioja - La Rioja – Argentina
marta.cabreravilla@gmail.com

Carlos Salgado

Facultad de Ciencias Físico - Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis - San Luis – Argentina
csalgado@unsl.edu.ar

Alberto Sánchez

Facultad de Ciencias Físico - Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis - San Luis – Argentina
alfanego@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Facultad de Ciencias Físico - Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis - San Luis – Argentina
mperalta@unsl.edu.ar

Resumen

Los datos son un recurso estratégico para cualquier organización, es por esto que se requiere que los mismos tengan la calidad adecuada. La mala calidad de datos afecta de diferentes maneras la gestión institucional, por este motivo resulta fundamental poder medir y evaluar la calidad que deben tener los datos, a través de ciertas características o dimensiones. El propósito del presente trabajo consiste en iniciar un proceso de evaluación de calidad de los datos que se encuentran almacenados en el Sistema de Gestión Académica (SysAcad), haciendo uso del estándar ISO/IEC 25000. Los resultados de este proyecto permitirán identificar el nivel de aceptabilidad en cuanto a la calidad que poseen los datos, como así también, a establecer acciones de limpieza y/o corrección, que conduzcan hacia la mejora de los mismos.

Palabras clave: evaluación de calidad de datos, ISO/IEC 25000, sistema de gestión académica

Abstract

Data is a strategic resource for any organization, which is why it is required that they have adequate quality. The poor quality of data affects institutional management in different ways, for this reason it is essential to be able to measure and evaluate the quality that the data should have, through certain characteristics or dimensions. The purpose of this work is to start a process of evaluating the quality of the data stored in the Academic Management System (SysAcad), using the

ISO/IEC 25000 standard. The results of this project will allow us to identify the level of acceptability in terms of the quality of the data, as well as to establish cleaning and/or correction actions that lead to their improvement.

Keywords: Data Quality Assessment, ISO/IEC 25000, Academic Management System

1. Introducción

Los datos son “un término general para denotar alguno o todos los hechos, letras, símbolos y números referidos a, o que describen un objeto, idea, situación, condición u otro factor” (Maynard, 1982), y constituyen un elemento fundamental para la toma de decisiones objetivas en todos los niveles de una organización (Javed y Hussain, 2003; Levy, 2004; Naveh y Halevy, 2000). Es más, para una organización moderna, los datos constituyen uno de sus recursos estratégicos (Olson, 2002; Tayi y Ballou, 1998). Es importante destacar que el uso de datos como base para la toma de decisiones ha sido una práctica ampliamente recomendada, en contraposición al hecho de desarrollar la toma de decisiones con base en la intuición; el enfoque basado en hechos para la toma de decisión, es uno de los principios de gestión de la calidad, el cual plantea que las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información (Norma Cubana ISO 9000, 2000).

En (Gil-Aluja, 2000; Javed y Hussain, 2003) se menciona que no es suficiente la existencia de datos ni la voluntad de basar las decisiones que se toman, además se requiere que éstos datos tengan la calidad adecuada. Es decir que, las decisiones que se tomen estén basadas en los datos, y se tenga la certeza de que estos datos estén libres de errores y posean atributos relevantes (Redman, 2001). La mala calidad de los datos afecta de diversas maneras la gestión institucional, provocando principalmente efectos negativos sobre la toma de decisiones.

El término calidad en relación con los datos toma sentido por el hecho de que los datos, al igual que los productos y servicios, deben adecuarse al uso que se les pretende dar. El término preciso para el uso en este caso implica que, dentro de cualquier contexto operacional, el dato que va a ser utilizado satisfaga las expectativas de los usuarios de los datos. Dichas expectativas se satisfacen en gran medida si los datos son útiles para lo que estos los necesitan, son fáciles de entender e interpretar, y además son correctos (Loshin, 2001; Redman, 2001). De estas definiciones se puede deducir que la calidad de los datos es un concepto relativo. Según la Norma ISO/IEC 25012 (ISO/IEC 25012, 2008), la calidad de datos es el “grado en que las características de los datos satisfacen necesidades implícitas y establecidas cuando son usados en condiciones específicas”. Estas características o cualidades que deben poseer los datos para ser considerados como adecuados se denominan “dimensiones o características de calidad de los datos” (Abate, 1998; Pipino y otros, 2002). Esto quiere decir que la calidad de los datos está asociada a un conjunto de dimensiones que son los que la definen. Un objetivo fundamental de la definición de las dimensiones es poder establecer un lenguaje común, y también focalizar los problemas de calidad de los datos y las oportunidades de mejora (Javed y Hussain, 2003; Naveh y Halevy, 2000).

En este sentido, la Norma ISO/IEC 25012 (ISO/IEC 25012, 2008) provee un conjunto de características de calidad de datos, las cuales tienen asociadas un conjunto de medidas de calidad de datos, provistas por la Norma ISO/IEC 25024 (ISO/IEC 25024, 2015). Por otra parte, la Norma ISO/IEC 25040 (ISO/IEC 25040, 2011) proporciona una guía de referencia para llevar a cabo el proceso de evaluación de la calidad de los datos.

Según lo descrito anteriormente, y dada la importancia que tienen los datos en el contexto de un sistema de gestión académico, en este trabajo se propone iniciar un proceso de evaluación de calidad de datos de alumnos de carreras de ingenierías de la UTN Facultad Regional San Francisco, utilizando el estándar ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000, 2014).

La principal contribución de este trabajo consiste en reconocer la calidad que tienen los datos almacenados en el sistema de gestión de alumnos de la UTN Facultad Regional San Francisco (SYSACAD), a fin de luego poder establecer acciones de limpieza y/o corrección, que conduzcan a la mejora de los mismos.

En lo sucesivo, el presente trabajo se divide en las siguientes secciones. En la Sección 2 se detalla la metodología utilizada. En la Sección 3 se realiza un estudio de la serie ISO/IEC 25000. En la Sección 4 se presenta el proceso de evaluación de calidad de datos, instanciado a través de un caso de estudio. En la Sección 5 se elaboran las conclusiones.

2. Metodología

Para el presente trabajo se llevó a cabo una investigación de tipo aplicada, donde el nivel de profundización en el objeto de estudio será de tipo exploratorio. Se tomó como población el registro de datos de todos los atributos de alumnos de carreras de ingenierías de la UTN Facultad Regional San Francisco desde el año 1970 hasta el año 2022. La recolección de los datos de alumnos del sistema SYSACAD se realizó a través un archivo de tipo csv. En primera instancia, se realizó una exploración de los datos, donde se utilizó la herramienta “RapidMiner”, a fin de poder visualizar el estado preliminar de los mismos. Luego se procedió a ejecutar el proceso de evaluación de calidad de estos datos, registrando los resultados obtenidos en un documento.

3. Estudio del Estándar ISO/IEC 25000

La Familia de Normas ISO/IEC 25000, también conocida como “SQuaRE” (del inglés, System and Software Quality Requirements and Evaluation), proporciona una guía que permite la definición de requisitos y evaluación de la calidad de sistemas y del software. En el marco de este trabajo, se presenta en detalle las siguientes normas: ISO/IEC 25012, ISO/IEC 25024 e ISO/IEC 25040.

3.1. Norma ISO/IEC 25012: Modelo de Calidad de Datos

Esta Norma Internacional se centra en la calidad de los datos como parte de un sistema informático, donde define un modelo general de la calidad para datos conservados en formato estructurado. Este modelo clasifica los atributos de la calidad en 15 características consideradas por dos puntos de vista:

- **Calidad de Datos Inherentes:** se refiere al grado en que las características de la calidad de los datos tienen el potencial intrínseco de satisfacer las necesidades explícitas e implícitas cuando los datos se utilizan en condiciones especificadas.
- **Calidad de Datos Dependientes del Sistema:** se refiere al grado en que se alcanza y preserva la calidad de los datos dentro de un sistema informático cuando estos se utilizan en condiciones especificadas.

3.2. Norma ISO/IEC 25024: Medidas de Calidad de los Datos

Esta Norma Internacional define un conjunto de medidas que permiten medir cuantitativamente la calidad de los datos, en términos de características definidas en la Norma ISO/IEC 25012. Contiene un conjunto de medidas de calidad de los datos para cada característica, las cuales se seleccionan de acuerdo al contexto en el cual se aplican. Cada medida está asociada a un valor objetivo, a elementos de medidas de la calidad, y a un método de medición.

3.3. Norma ISO/IEC 25040: Proceso de Evaluación

Proporciona una descripción del proceso de evaluación de la calidad del producto de software/datos, y establece los requisitos para la aplicación de este proceso. Dicho proceso de evaluación consta de un total de cinco actividades, las cuales se describen a continuación:

- **Actividad 1: Establecer los requisitos de la evaluación**
 - Tarea 1.1. Establecer el propósito de la evaluación
 - Tarea 1.2. Obtener requisitos de calidad del producto
 - Tarea 1.3. Identificar las partes del producto que se deben evaluar
 - Tarea 1.4. Definir el rigor de la evaluación
- **Actividad 2: Especificar la Evaluación**
 - Tarea 2.1. Seleccionar los módulos de la evaluación
 - Tarea 2.2. Definir criterios de decisión para las métricas
 - Tarea 2.3. Definir criterios de decisión para la evaluación
- **Actividad 3: Diseñar la Evaluación**
 - Tarea 3.1. Planificar las actividades de la evaluación
- **Actividad 4: Ejecutar la Evaluación**

- Tarea 4.1. Realizar las mediciones
- Tarea 4.2. Aplicar los criterios de decisión para las métricas
- Tarea 4.3. Aplicar los criterios de decisión para la evaluación
- **Actividad 5: Concluir la Evaluación**
 - Tarea 5.1. Revisar los resultados de la Evaluación
 - Tarea 5.2. Crear el informe de evaluación
 - Tarea 5.3. Revisar la calidad de la evaluación
 - Tarea 5.4. Tratar los datos de la evaluación

4. Instanciación del proceso de evaluación de calidad sobre datos del Sistema SysAcad

En esta sección se pretende mostrar a través de un caso de estudio acotado, como se llevó adelante del proceso de evaluación de calidad de los datos del sistema SysAcad. Para ejemplificar la instanciación, se tomará como referencia los datos de exámenes finales de alumnos de carreras de ingenierías, dictadas en la UTN Facultad Regional San Francisco. Por cuestiones de espacio, se presentarán a continuación las actividades más relevantes del proceso de evaluación.

4.1. Actividad 1: Establecer los requisitos de la evaluación

Tarea 4.1.1. Establecer el propósito de la evaluación

La evaluación de calidad de datos del sistema SysAcad se realiza con el propósito de reconocer la calidad de los datos del sistema de gestión académica de UTN Facultad Regional San Francisco, a fin de iniciar un plan de acciones de mejora sobre los mismos.

Tarea 4.1.2. Obtener requisitos de calidad

Tomando como referencia las Normas ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030,2007), ISO/IEC 25012 e ISO/IEC 2524, y de acuerdo a los resultados preliminares obtenidos en la exploración de los datos, se definió un conjunto de Requisitos de Calidad de Datos (RCD). Por cuestiones de espacio, en este artículo se trabajará con los siguientes requisitos de calidad en relación a los datos: “Complejidad de Valores de Datos” y “Exactitud de valores de datos en un rango”.

Tarea 4.1.3. Identificar las partes del producto que se deben evaluar

Por cuestión de espacio, en este caso de estudio se realizará la evaluación de calidad para el dato “Nota Examen Final”.

4.2. Actividad 2: Especificar la Evaluación

Tarea 4.2.1. Seleccionar los módulos de la evaluación

De acuerdo a los requisitos de calidad mencionados en la Tarea 4.1.2, se definieron las medidas de calidad de datos correspondientes, las cuales se exhiben en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos, Características y Medidas de Calidad de Datos

Requisitos de Calidad de Datos	Características de Calidad de Datos	Medidas de Calidad de Datos
Complejidad de Valores de Datos	Complejidad	Complejidad de Datos
Exactitud de valores de datos en un rango	Exactitud	Exactitud de Datos en rango

Tarea 4.2.2. Definir criterios de decisión para las métricas

Se definieron los criterios de decisión para las medidas de calidad expuestas en la Tarea 4.2.1, los cuales pueden visualizarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios de decisión definidos para medidas de calidad del dato “Nota Examen Final”

Dato	Medida de Calidad de Datos	Criterio de Aceptación
	Complejidad de Datos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1 es lo mejor <ul style="list-style-type: none"> ● Aceptable (si $X \geq 0,99$) / Inaceptable (si $X < 0,99$)

Nota Examen Final	Exactitud de Datos en Rango	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1 es lo mejor <ul style="list-style-type: none"> • Aceptable (si $X \geq 0,99$) / Inaceptable (si $X < 0,99$)
-------------------	-----------------------------	--

4.3. Actividad 4: Ejecutar la Evaluación

Tarea 4.3.1. Realizar las mediciones

En esta tarea se llevaron a cabo las mediciones de calidad para el dato “Nota Examen Final”, para obtener como resultado la valoración para cada medida. A continuación, en la Tabla 3 se provee un marco que permite guiar la ejecución de las mediciones, mientras que en la Tabla 4 se exhiben los valores obtenidos para cada medida.

Tabla 3. Marco de Referencia para la ejecución de las métricas de calidad para el dato “Nota Examen Final”

Medidas de Calidad	Vista	Función de Medición	Elementos de la Medición	Propiedad
Compleitud de Datos	Inherente	$X=A/B$	A= número de elementos de datos asociados con valores completos B= número de elementos de datos en total.	Valores de datos
Exactitud de Datos en rango	Inherente	$X=A/B$	A= número de elementos de datos que tiene valores incluidos correctamente en un rango específico. B= número de elementos de datos en total.	Valores de datos

Tabla 4. Resultado de valoración de las métricas de calidad para el dato “Nota Examen Final”

Requisitos de Calidad de Datos	Características de Calidad de Datos	Medidas de Calidad de Datos	Valor de X
Compleitud de Valores de Datos	Compleitud	Compleitud de Datos	$X = 181031/181052$ $X = 0,999$
Exactitud de valores de datos en un rango	Exactitud	Exactitud de Datos en rango	$X = 162290 / 181052$ $X = 0,89$

Tarea 4.3.2. Aplicar los criterios de decisión para las métricas

En esta tarea se aplicaron los criterios de decisión definidos en 4.2.2, cuyo resultado puede visualizarse en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de aplicación de criterios de decisión para métricas de calidad para el dato “Nota Examen Final”

Medidas de Calidad de Datos	Resultados de Aplicación Criterio de Decisión
Compleitud de Datos	Aceptable
Exactitud de Datos en rango	Inaceptable

5. Conclusiones

La calidad de los datos es crucial en cualquier contexto o ámbito; en este sentido, los datos almacenados en el sistema de gestión académica de UTN Facultad Regional San Francisco, deben mantener un cierto nivel de calidad, a fin de poder asegurar la correcta gestión de la información y la toma de decisiones.

En este trabajo se ha iniciado un proceso de evaluación de calidad de los datos almacenados en el sistema SysAcad, usando como marco de referencia el estándar ISO/IEC 25000, específicamente las Normas ISO/IEC 25040, ISO/IEC 25012 e ISO/IEC 25024.

Se ha presentado también la instanciación del proceso de evaluación de calidad a través de un caso concreto. Como puede observarse en la Tabla 5, se obtuvo un resultado de medición “aceptable” para la medida de calidad de datos “Compleitud de Datos”, mientras que la medida “Exactitud de Datos en rango” el resultado fue “inaceptable”. En este último caso, y dada la relevancia de poder obtener valores correctos dentro un rango (de 2 a 10) para el dato “Nota Examen

Final”, será necesario implementar un conjunto de acciones sobre el sistema SysAcad, a fin de que pueda garantizar la exactitud de los valores de datos, en término de los rangos correctos.

Referencias

- Abate, Marcey L & Diegert, Kathleen V. (1998). A Hierarchical Approach to Improving Data Quality. [http:// www.dataquality.com](http://www.dataquality.com)
- Abate, Marcey L & Diegert, Kathleen V. (1998). A Hierarchical Approach to Improving Data Quality. <http://www.dataquality.com>
- ISO/IEC 25000:2014 - Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE
- ISO/IEC 25012:2008 - Software Engineering - Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Data Quality Model.
- ISO/IEC 25024:2015 - Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Measurement of data quality.
- ISO/IEC 25030:2007- Software engineering— Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)— Quality requirements.
- ISO/IEC 25040:2011- Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process.
- Gil – Aluja, J. (2000). Las decisiones y la incertidumbre. Barcelona
- Javed, B. & Hussain, S. (2003). Data quality – A problem and an approach. Wipro Technologies.
- Levy, S. (2004). Model Documents and forms for Organizing and Maintaining a Data Quality Program. www.dataqualitymodeldocument.com.
- Loshin, David. (2001). Integration and the Data Quality Imperative: The Data Quality Monitor. <http://www.datajunction.com>
- Maynard, J. (1982). Dictionary of Data Processing. Londres, Inglaterra.
- Naveh, E. & Halevy, A. (2000). A hierarchical framework for a quality information system. Total Quality Management, Vol. 11, No. 1, p 87-111.
- Norma Cubana ISO 9000:2000: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
- Olson, J. (2002). Data Profiling: The Data Quality Analyst’s Best Tool. DM Direct, December. DMReview.com.
- Pipino, Leo; Lee, Yang & Wang, Richard (2002). Data Quality Assessment. <http://web.mit.edu/tdqm/www/tdqmpub/PipinoLeeWangCACMApr02.pdf>
- Redman, Thomas C. (2001). Sistemas de calidad de datos de segunda generación. Manual de Calidad de Juran. McGraw Hill
- Tayi, G. & Ballou, D. (1998). Examining Data Quality. Communications of the ACM. Vol. 41, No. 2.

Herramienta gráfica para dar soporte a la derivación de requerimientos de sistemas de información

Graphic tool to support the derivation of application requirements.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Claudia Castro

GIDTSI, Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.
ingclaudiacaastro@gmail.com

Andrea Delgado

GIDTSI, Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.
andreafdelgado@gmail.com

Nicolás Horenstein

GIDTSI, Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.
nicolashorenstein@gmail.com

Marcelo Marciszack

GIDTSI, Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.
marciszack@gmail.com

Resumen

El presente trabajo describe una aplicación web denominada TAUIRA que gestiona el análisis de proyectos de software, a través de modelos (gráficos), desde el negocio hasta los requerimientos del sistema de información. La finalidad principal de TAUIRA es dar soporte a la derivación de requerimientos, basado en las estrategias propuestas, o sea, la transformación automatizada de modelos de procesos de negocios, dando soporte desde la aplicación de patrones en el proceso de modelado de negocios y culminando en un modelado conceptual del sistema de información respectivo.

Palabras clave: patrones de negocio, requerimientos, herramienta, modelos, aplicación web.

Abstract

This paper describes TAUIRA which is a web application that manages software projects analysis through graphic models, from the business model to the information system requirements. The main purpose of TAUIRA is to support the derivation of requirements based on suggested strategies. In other words, the automated transformation of models of business process model gives support through the application of patterns to the business modeling process and concludes with a conceptual modeling of the respective information system.

Keywords: business patterns, requirements, tool, models, web application.

Introducción

TAUIRA es la denominación que se le dio a una aplicación web que gestiona los modelos gráficos necesarios para derivar los requerimientos funcionales de un sistema de información a partir del análisis del negocio usando patrones.

Su nombre proviene del idioma Maorí y se traduce al español como *modelo o patrón*.

TAUIRA se originó dentro del proyecto de investigación “Modelo de Análisis para la derivación de requerimientos funcionales a partir de la implementación de Patrones en la construcción del Modelo Conceptual” del GIDTSI (Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información), dependiente del Departamento Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Tiene como objetivo caracterizar un Modelo de Análisis que permita definir requerimientos en la actividad de Modelado Conceptual de un sistema de información, empleando Patrones en la etapa de análisis de procesos de negocio.

Brinda soporte a la propuesta que se compone de un conjunto de pasos que marcan un recorrido, iniciando con la identificación del objetivo de la organización, siguiendo con el análisis de los procesos que la componen, haciendo foco en un proceso específico, el cual se va a encontrar bajo estudio con el fin de arribar a la identificación y definición de las actividades que forman parte del mismo, para luego derivar los requerimientos del sistema de información.

Tauira es una aplicación web que permite gestionar los modelos gráficos de una propuesta metodológica. La primera versión comprende las siguientes funcionalidades:

- Administración de proyectos
- Administración de usuarios dentro de un proyecto
- Administración de diagramas
- Exportación de archivos xml

Desarrollo

Existen en el mercado una gran variedad de herramientas y metodologías que permiten la gestión de requerimientos de software a lo largo del ciclo de vida de desarrollo. Independientemente de la herramienta o metodología utilizada, la creación y mantención de un gran número de modelos y artefactos es realizada por el analista en forma manual, ocasionando con gran frecuencia inconsistencias entre los modelos generados, impactando en la trazabilidad de los requerimientos.

Es por esto que se propone con TAUIRA, el desarrollo de una herramienta que permita al analista gestionar los requerimientos en forma asistida y parcialmente automatizada, por medio de la generación de modelos conceptuales.

1. Propuesta metodológica

La propuesta sienta sus bases en el uso de Patrones de Negocio, según lo definido por Eriksson y Penker [2] y Barros V. [1], Patrones de Procesos para analizar el contexto y Patrones de Objetivos para analizar el comportamiento del proceso bajo estudio. Se parte en respuesta a un análisis deductivo, de lo general a lo particular, en un enfoque *top-down*.

Paso 1: Identificar el objetivo de la organización bajo estudio. Este representa el cometido de la organización, la razón de ser de la misma. Con solo comenzar a indagar con el dueño del negocio se puede definirlo.

Paso 2: Identificar los procesos que intervienen en la organización. Para cumplir con su objetivo, una organización necesita realizar una gran variedad de actividades, las cuales, organizadas en conjuntos, relacionadas y con una finalidad en común [3] definen los procesos que forman parte de la organización. Disponemos los procesos en listados, para transformarlos en una representación esquematizada, se grafica el mapa de procesos, el cual provee una visión de conjunto, holística o —de helicóptero de todos los procesos de la organización [4]. Este diagrama permite ubicar al proceso de negocio, posicionando a los restantes como de soporte o estratégicos.

Paso 3: Hacer foco en el proceso bajo análisis. Una vez analizado el contexto, se concentra el análisis en el proceso propiamente dicho. Mediante la aplicación del patrón estructura básica del proceso, se define el suministro de recursos, el objetivo a alcanzar por el proceso, la transformación o el perfeccionamiento de entradas y los resultados en salida [5].

Paso 4: Aplicar el patrón de descomposición de objetivos al proceso bajo estudio. El patrón de descomposición de objetivos de negocio se utiliza para simplificar el proceso de modelado de objetivos al dividir los Objetivos de negocio en jerarquías [2]. De

esta manera, el objetivo del proceso se divide en objetivos secundarios más concretos. Los objetivos se desglosan preguntando cómo se deben lograr las cosas, al mismo tiempo que se pregunta el por qué se hacen. Una vez identificados los subobjetivos se ordenan secuencialmente.

Paso 5: Identificar actividades. Una vez identificados los subobjetivos u objetivos secundarios, se focaliza en cada uno de ellos, se aplica nuevamente el patrón de descomposición de objetivos, logrando, en este nivel, identificar las actividades necesarias, para alcanzar el subobjetivo del proceso. Hacemos referencia a actividad como un conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad.

Paso 6: Identificar la relación entre las actividades. Para cada subobjetivo, se analizan y ordenan las actividades reconocidas, según los tipos de relaciones.

La mirada interna del proceso, al que haremos referencia permite modelar la estructura interna mediante el uso de un lenguaje gráfico propio, basado en la estructura del patrón de objetivo.

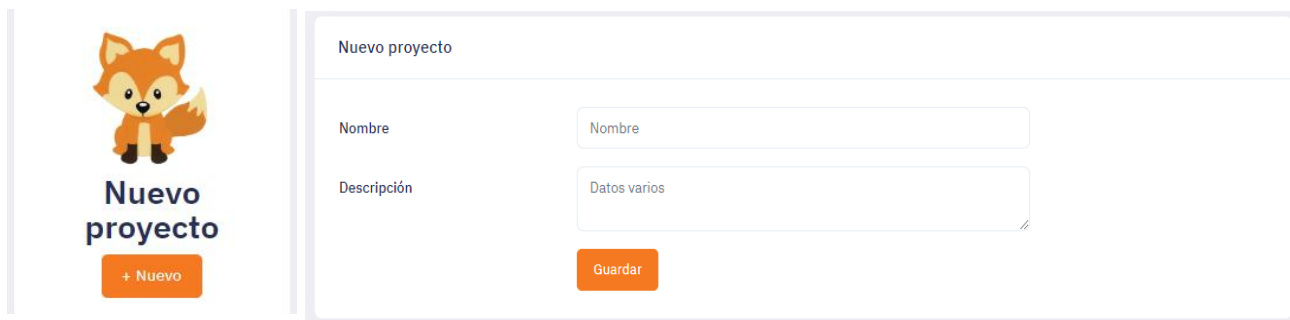
Paso 7: De las actividades encontradas, se analizan las palabras que forman el nombre de la actividad, se comparan con el diccionario establecido en la metodología, y todas las que sugieren gestión de datos e información, son reconocidas para formar parte de los requerimientos del sistema de información. Se sugieren el listado de requerimientos funcionales, que surgen del negocio, dando la posibilidad al analista de agregar, modificar o eliminar requerimientos.

2. Aplicación Web

El entorno de desarrollo que se utilizó está basado en un sistema web en el lenguaje de programación C# contemplado dentro del *framework* de .NET, almacenando la información en una base de datos de tipo PostgreSQL, utilizando diversos patrones para la construcción de la arquitectura, tales como el patrón CQRS. Entre las tecnologías aplicadas destacamos el uso de Blazor.

La aplicación requiere de una serie de pasos que se deben realizar antes de comenzar con el proceso de graficación.

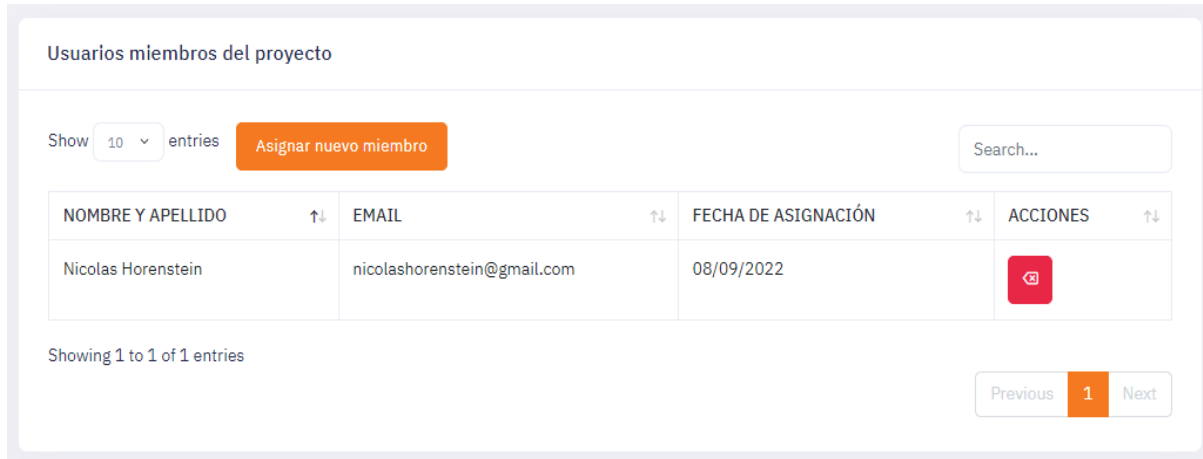
- Primero paso: crear el proyecto de software sobre el que se va a trabajar, a partir de la Administración de Proyecto (Figura 1).
- Segundo paso: por cada proyecto se debe definir un nombre acompañado de una descripción. El proyecto se asocia al usuario que inició sesión en la aplicación (Figura 1).



La imagen muestra una interfaz de usuario para crear un nuevo proyecto. A la izquierda, hay un logo de un zorro naranja con el texto "Nuevo proyecto" y un botón "+ Nuevo". A la derecha, hay un formulario con el título "Nuevo proyecto". El formulario tiene dos campos de entrada: "Nombre" con el valor "Nombre" y "Descripción" con el valor "Datos varios". Hay un botón "Guardar" debajo de los campos.

Figura 1

- Tercer paso: posicionado dentro del proyecto, se procede a asociar a más usuarios del aplicativo al proyecto sobre el cual se está trabajando (Figura 2).



Usuarios miembros del proyecto

Show 10 entries Asignar nuevo miembro Search...

NOMBRE Y APELLIDO	EMAIL	FECHA DE ASIGNACIÓN	ACCIONES
Nicolas Horenstein	nicolashorenstein@gmail.com	08/09/2022	

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous 1 Next

Figura 2

- Cuarto paso: creación de los diagramas, generando la primera versión de cada uno (Figura 3). Estos diagramas se encontrarán integrados a la aplicación, en la cual se podrán construir, almacenar, modificar y eliminar todos los diagramas del proyecto, gestionando las diferentes versiones de cada diagrama. Tomando lo anteriormente detallado, podremos tener en nuestro proyecto el registro de:
 - Mapa de Procesos
 - Aplicación de patrones
 - Diagramas finales

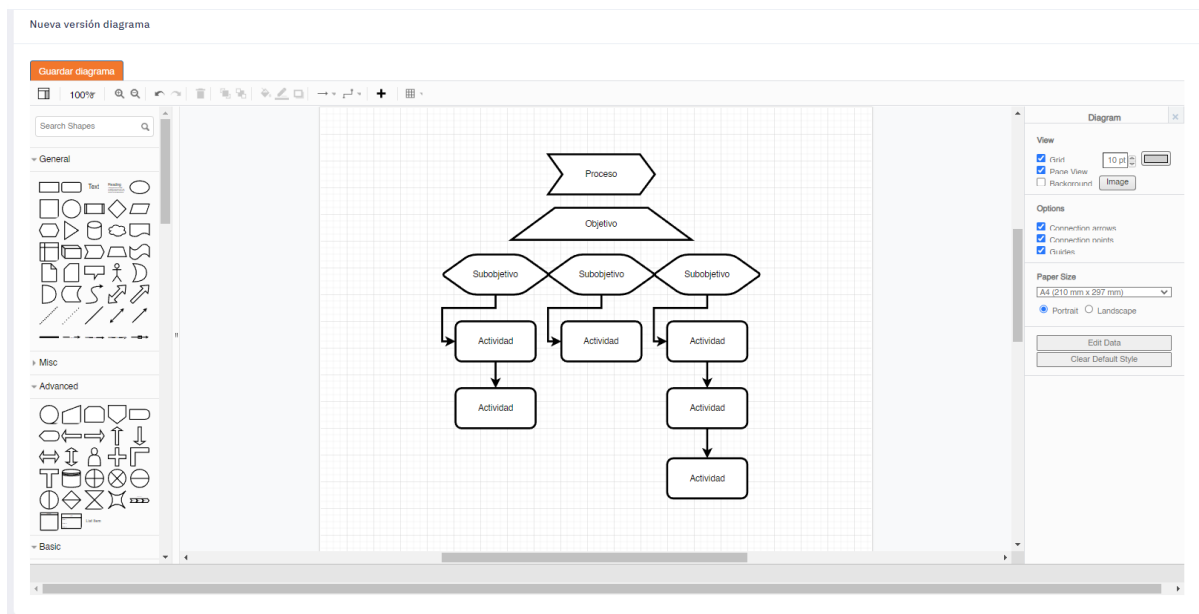


Figura 3

El software permite además de la graficación de modelos, la exportación de archivos a XML, donde se podrán almacenar los diagramas realizados con la herramienta draw.io, lo que nos posibilita manipular los gráficos en cualquier otra herramienta necesaria.

El trabajo actualmente se encuentra en su versión inicial, la cual solo cubre lo relacionado a la graficación, creación de proyectos y generar un ambiente colaborativo en donde se puede asignar miembros a los proyectos y todos poder trabajar en las distintas versiones que se creen de los diagramas.

Dicho estado nos posibilita ya ponerlo a disposición de la comunidad académica ya que actualmente no existe una herramienta de graficación con el enfoque que le hemos dado, y así poder ayudar en las tareas del día a día a los docentes y estudiantes.

Una de las particularidades de esta herramienta es que guardamos en nuestra base de datos el diagrama en formato XML. Dicho formato nos posibilita un sin fin de oportunidades, no solo poder exportarlo y visualizarlo en otras herramientas de graficación, si no que posibilita poder generar un módulo de inteligencia (nuevo módulo que se desarrollará en la siguiente iteración de desarrollo) de la app, ya que podemos analizar todo lo graficado, como por ejemplo, figuras, textos introducidos (poder validar hasta las palabras utilizadas y compararlas contra un diccionario), actores, colores, líneas, tipos de líneas, conexiones, etc.

3. Desarrollo de la Aplicación

Back end

Es un proyecto de API el cual recibe peticiones HTTP, desarrollado mediante la implementación del patrón CQRS, el cual se encarga esencialmente en separar las operaciones de lectura, escritura y actualización en diferentes entidades encargadas de dichas operaciones. Como resultado de la implementación de este patrón vamos a encontrar un proyecto bien organizado desde el punto de vista de estructura de archivos y separación de funcionalidades.

La base de datos (BD) es de tipo Relacional. Particularmente decidimos utilizar el motor de PostgreSQL, el cual permite obtener un gran rendimiento sin necesidad del pago de una licencia.

La comunicación entre la capa de negocio del proyecto, y la base de datos, se realizó mediante la utilización del ORM provisto por Microsoft, Entity Framework Core. El cual brinda una capa de persistencia que posibilita la manipulación de la BD de una forma simple, rápida y eficiente.

Front end

Con respecto al *front end*, podemos mencionar que utilizamos el *framework* denominado Blazor, también provisto por Microsoft, el cual propone un desarrollo moderno, simple y con posibilidades de crear distintos tipos de aplicaciones web.

El tipo de tecnología utilizada con Blazor fue la del proyecto WebAssembly, la cual posibilita crear una aplicación del tipo PWA (*Progressive Web Application*), en donde la app puede ser instalada desde el navegador web, en el dispositivo utilizado, para luego poder ejecutarla como si fuera una aplicación de escritorio.

Este *front end* se comunica con la API por medio de peticiones HTTP (GET, POST, PUT, DELETE, etc) y solo actualiza lo que necesita el usuario en un momento determinado sin necesidad de recarga de la página completa, logrando así tiempos de carga más eficientes.

Todo el desarrollo de la capa de presentación (interfaces) fue desarrollado con HTML 5, CSS, y Bootstrap 5.

Uno de los desafíos más grandes fue lograr que la herramienta pueda graficar cualquier tipo de diagrama. Por lo tanto, se decidió utilizar la librería provista por MxGraph, la cual es *open source* y permite brindar la funcionalidad buscada como uno de los objetivos de nuestro proyecto.

De esta forma, gracias a la librería anteriormente mencionada, podemos crear cualquier tipo de diagrama, extraerlo en formato xml, y almacenarlo en nuestra BD, con la finalidad de poder visualizar en cualquier momento el diagrama creado e incluso poder exportar el xml para importarlo en alguna otra herramienta desarrollada por terceros, la cual utilice el estándar de mxgraph.

No está de más aclarar que la arquitectura limpia con la cual se está trabajando, permite una gran escalabilidad pensando en un futuro y en nuevos proyectos, los cuales puedan generar sus propios módulos y así agregar nuevas validaciones, reglas, etc.

Conclusiones

En el presente trabajo, se expone la funcionalidad que comprende la aplicación web TAUIRA. La herramienta es capaz de proveer las mejores prácticas en lo que se refiere a la obtención de una conceptualización del dominio de aplicación a modelar a través de una especificación de requerimientos correcta, completa y alineada con las necesidades del cliente, es decir, nos asegura un análisis exhaustivo que incluso nos ayuda a anticipar requerimientos futuros.

De esta forma, estamos contribuyendo a la calidad del software desde etapas tempranas, disminuyendo los errores provenientes de la especificación y el análisis, evitando demoras y costos no previstos en el proyecto, y finalmente garantizando la utilización de soluciones probadas con anterioridad que se traducen en un mejor rendimiento del software diseñado.

La aplicación web se encuentra en la primera versión, encontrándose en una etapa de aplicación a diferentes modelos de negocio con la finalidad de incorporar y con posibilidad de ampliar funcionalidades. A pesar de ser una primera versión, cumple con las funcionalidades de graficación para brindar soporte a las Cátedras de Sistemas y Organizaciones y Análisis de Sistemas de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

El aporte que realiza TAUIRA al proyecto en el que fue concebido, “Modelo de Análisis para la derivación de requerimientos funcionales a partir de la implementación de Patrones en la construcción del Modelo Conceptual”, es el de constituirse como plataforma de software integradora de las aplicaciones que se utilizan en cada una de las líneas de investigación.

Referencias

- [1] Barros V., O. (2000). “Rediseño de proceso de negocios mediante el uso de patrones. Mejores prácticas de gestión para aumentar la competitividad”, Dolmen Ediciones S.A., Chile.
- [2] Eriksson, H.-E. & Penker, M. (2000). “Business Modeling with UML: Business Patterns at Work”, OMG Press.
- [3] Hammer, M. (2001). “The Agenda”, Crown Publishing Group, New York.
- [4] Bravo Carrasco, Juan “Gestión de Procesos”, - Editorial Evolución, Tercera Edición, 2010.
- [5] Marciszack, M.M., Castro, C., Sánchez, C., Delgado, A., Garnero, A.B., Horestein, N., Fernández, E. (2016). “Una experiencia en la aplicación de Patrones de Negocio”, publicado en actas de CONAISI 2016, Red RIISIC, CONFEDI y UCASAL Universidad Católica de Salta.

Modelo Conceptual basado en SQuaRE: un aporte para la especificación de requisitos de calidad del software en entornos de desarrollos ágiles

Conceptual Model based on SQuaRE: A Contribution for the specification of Software Quality Requirements in Agile Development Environments

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Juan P. Mansilla

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
juampimansilla17@gmail.com

Gastón Ferreyra

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
gastonferreyra49@gmail.com

Javier Saldarini

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
saldarinijavier@gmail.com

Resumen

Existen distintas metodologías utilizadas para guiar el desarrollo del software, de manera general se las podría clasificar en dos grandes grupos, las llamadas metodologías tradicionales (Cascada, En V, RUP, RAD, Espiral, etc.) y las denominadas metodologías ágiles (XP, Scrum, Crystal, etc.).

Sea cual fuere la metodología escogida, una de las primeras y principales etapas en el desarrollo del software es la identificación de los requisitos por parte de los clientes/usuarios, para esta actividad cada metodología propone diferentes técnicas y/o artefactos para lograr lo que se denomina una especificación de requisitos.

En la mayoría de los proyectos de desarrollo de software los mayores esfuerzos parecen estar centrados en el descubrimiento, especificación, codificación y seguimiento de los requerimientos funcionales, sin embargo, no parece darse el mismo tratamiento a los requerimientos no funcionales o también conocidos como requerimientos de calidad.

Visto lo planteado anteriormente, es que surge el interés de desarrollar una propuesta que permita identificar los aportes que se puedan realizar desde la perspectiva de calidad de producto software con el propósito de facilitar la identificación y especificación de requisitos relacionados a la calidad del software en el ámbito de las metodologías ágiles.

Por ello, y para alcanzar el propósito mencionado, es que este trabajo propone como primera instancia la construcción de un modelo conceptual que permita visualizar las relaciones y los aportes que desde la perspectiva

de calidad de productos software, específicamente tomando como marco de referencia lo establecido en SQuaRE, se puedan realizar en las etapas de especificación de requerimientos cuando es utilizado el marco de trabajo SCRUM.

Palabras clave: Metodologías Ágiles. Calidad de Software

Abstract

There are different methodologies used to guide software development, in general they could be classified into two large groups, the so-called traditional methodologies (Cascade, V-shaped, RUP, RAD, Spiral, etc.) and the so-called agile methodologies (XP, Scrum, Crystal, etc.).

Regardless of the chosen methodology, one of the first and main stages in software development is the identification of requirements by customers/users. For this activity, each methodology proposes different techniques and/or artifacts to achieve what is required. called a requirements specification.

In most software development projects, the greatest efforts seem to be focused on the discovery, specification, coding and monitoring of functional requirements, however, the same treatment does not seem to be given to non-functional requirements or also known as requirements. quality.

In view of the above, it is that the interest arises to develop a proposal that allows identifying the contributions that can be made from the perspective of software product quality with the purpose of facilitating the identification and specification of requirements related to software quality in the field of agile methodologies.

For this reason, and to achieve the aforementioned purpose, this work proposes as a first instance the construction of a conceptual model that allows visualizing the relationships and contributions that from the perspective of quality of software products, specifically taking as a reference framework what is established in SQuaRE, they can be done in the requirements specification stages when the SCRUM framework is used.

Keywords: Agile methodologies. Software Quality

Introducción

Las metodologías ágiles para el desarrollo de software surgieron en la década de los noventa, están basadas en el denominado Manifiesto Ágil (Manifiesto for Agile Software Development, s.f.), que establece los siguientes valores: Individuos e interacciones, software funcionando, colaboración con el cliente y respuesta al cambio.

Las principales características de las metodologías ágiles están centradas en el desarrollo iterativo e incremental, las entregas frecuentes, la priorización de los requisitos, la constante interacción con el cliente, la adaptación al cambio, el trabajo colaborativo en equipo, etc. Autores como Sommerville (Sommerville, 2011) y Pressman (Pressman, 2005) coinciden en que las más reconocidas en la industria del software son: Scrum (Scrum Alliance, s.f.), Programación Extrema (Extreme Programming, s.f.), Crystal (CRYSTAL, Agile project management, s.f.), entre otras.

Por otra parte, según un estudio realizado por la Scrum Alliance (Scrum Alliance, s.f.), Scrum es la metodología ágil más utilizada actualmente; alrededor del 95% de los encuestados, aseguran que utilizan prácticas de Scrum en la gestión de proyectos de software ágiles.

Según menciona Sommerville (Sommerville, 2011) el nuevo software se desarrolla rápidamente para aprovechar las actuales oportunidades, con la finalidad de responder ante la amenaza competitiva. En consecuencia, en la actualidad la entrega y el desarrollo rápidos son por lo general el requerimiento fundamental de los sistemas de software. De hecho, muchas empresas están dispuestas a negociar la calidad del software y el compromiso con los requerimientos, para lograr con mayor celeridad la implementación que necesitan del software.

Si hablamos de calidad de software, se puede observar que en la bibliografía existen diversas definiciones, por ejemplo, en (Pressman, 2005) se la define como “el cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño

explícitamente establecidos, de los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y de las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”.

También se observa que, en ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), se la define como el “grado en que el producto software satisface las necesidades expresadas o implícitas, cuando es usado bajo condiciones determinadas”.

La calidad del software puede ser abordada desde distintos enfoques, éstos pueden ser: calidad a nivel proceso, calidad a nivel de producto y calidad en uso. Para cada uno de estos enfoques, existen distintos tipos de modelos de calidad de software, lo cuales pueden aplicarse de acuerdo a lo descripto en (Villalta & Carvallo, 2015).

Visto el marco descripto anteriormente, es que, el presente trabajo propone como primera instancia la construcción de un modelo conceptual que permita visualizar los aportes que desde la perspectiva de calidad de productos software, específicamente tomando como marco de referencia lo establecido en SQuaRE, se puedan realizar en las etapas de especificación de requerimientos cuando es utilizado el marco de trabajo Scrum.

Familia de Normas ISO/IEC 25000

En esta sección se presenta un desglose general de las divisiones y normas que forman parte de SQuaRE (del inglés, Systems and software Quality Requirements and Evaluation) o también conocida como la familia de normas ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), la misma es una serie organizada lógicamente, enriquecida y unificada, la cual permite cubrir dos procesos principales:

1-Especificación de requerimientos de la calidad de software.

2-Evaluación de la calidad del software, apoyados por un proceso de medición de la calidad de software.

El propósito de SQuaRE consiste en brindar ayuda al desarrollo y adquisición del producto de software, a través de la especificación y evaluación de requerimientos de calidad. Establece criterios para la especificación de requerimientos de la calidad del producto de software, su medición y evaluación. Además, incluye un modelo de la calidad que permite alinear las definiciones de la calidad del cliente, con atributos del proceso de desarrollo.

La serie proporciona también un conjunto de medidas recomendadas para los atributos de calidad del producto de software, las cuales pueden ser utilizadas por desarrolladores, adquirientes y evaluadores (ISO/IEC 25010:2011, 2011).

A continuación, se realiza una breve descripción acerca del conjunto de normas que integran la SQuaRE.

- **ISO/IEC 2501n:** División del Modelo de la Calidad: en esta división se presentan los modelos detallados de calidad para sistemas y productos de software, calidad en el uso y calidad de datos.

- **ISO/IEC 2502n:** División de la Medición de la Calidad: las Normas Internacionales que conforman esta división incluyen un modelo de referencia de medición de la calidad de sistemas y del producto de software, definiciones matemáticas de medidas de la calidad, y directrices prácticas para su aplicación.

- **ISO/IEC 2503n:** División de los Requerimientos de la Calidad: esta división ayuda en la especificación de los requerimientos de calidad.

- **ISO/IEC 2504n:** División de la Evaluación de la Calidad: en esta división se proporcionan requisitos, recomendaciones y directrices para la evaluación del producto, ya sea que la misma sea realizada por evaluadores independientes, adquirientes o desarrolladores.

Marco de trabajo Scrum

Según se detalla en (Manifiesto for Agile Software Development, s.f.) Scrum es un marco de trabajo liviano que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos.

En pocas palabras, Scrum requiere un Scrum Master para fomentar un entorno donde:

1. Un Product Owner ordena el trabajo de un problema complejo en un Product Backlog.
2. El Scrum Team convierte una selección del trabajo en un Increment de valor durante un Sprint.
3. El Scrum Team y sus interesados inspeccionan los resultados y se adaptan para el próximo Sprint.
4. Repita

El marco de trabajo Scrum es incompleto de manera intencional, solo define las partes necesarias para implementar la teoría de Scrum. En este marco de trabajo pueden emplearse varios procesos, técnicas y métodos. Scrum hace visible la eficacia relativa de las técnicas actuales de gestión, entorno y trabajo, de modo que se puedan realizar mejoras.

En (Estayno & Meles, 2014) se expresa que, para introducir los requerimientos en el proceso de desarrollo, las *historias de usuario* son una práctica común en los métodos ágiles. A diferencia del enfoque de la ingeniería de requerimientos tradicional, las *historias de usuario* estimulan un diálogo fluido y enriquecedor entre clientes y el equipo de desarrollo, durante la construcción del software, buscando la mejor solución.

En el marco de la metodología ágil XP (Extreme Programming, s.f.) es que surgen las *historias de usuario*, las cuales hoy son muy utilizadas por Scrum (Scrum Alliance, s.f.), para trabajar la identificación de requerimientos y como unidad de estimación, planificación y gestión del trabajo del equipo en el contexto del proyecto.

Modelo Conceptual

Un modelo conceptual o de dominio basado en UML (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2006) nos permitirá describir la problemática de un dominio determinado, aportando un marco de referencia claro y estructurado para una mejor comprensión del mismo.

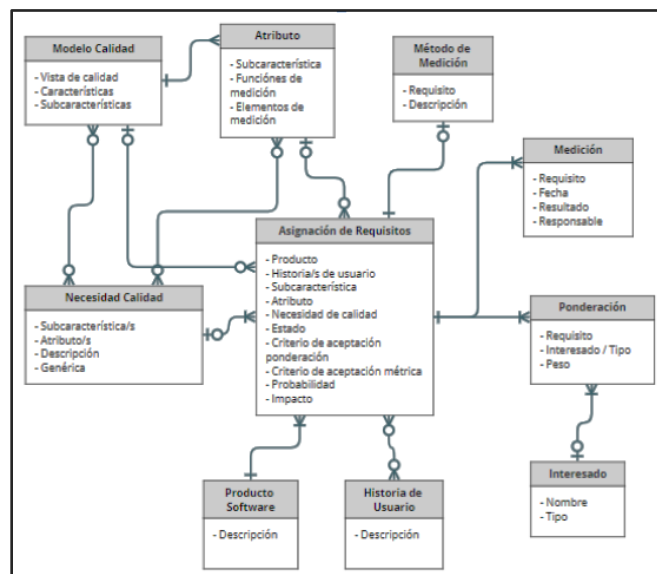


Figura 1. Modelo Conceptual Square-Scrum

El modelo conceptual logrado está enfocado en el marco de trabajo establecido por Scrum, específicamente sobre las *historias de usuario*, su construcción se realiza desde la perspectiva de calidad de producto de software utilizando como referencia lo propuesto por Square. En la Figura 1 se puede observar el modelo desarrollado.

Para la construcción del Modelo de este trabajo se siguieron los siguientes pasos:

1- Definición y delimitación del dominio.

El dominio para el cual se desarrolla el modelo está enfocado en el ámbito de la calidad del software y de manera específica se delimita a la especificación de requisitos de calidad de producto software, tomando como referencia el marco de trabajo Scrum y a Square para establecer la perspectiva de calidad de producto software.

2- **Identificación y definición de las principales clases conceptuales.**

- 1- **Producto Software:** Productos de software cuyos requisitos son relevados a través de un product backlog.
- 2- **Historia de Usuario:** descripción de una función de software escrita desde el punto de vista del cliente.
- 3- **Interesado:** Las partes interesadas de un sistema incluyen todas las personas (por ejemplo, los usuarios finales), las organizaciones (por ejemplo, las organizaciones de los usuarios finales o las organizaciones de desarrollo) y los organismos (por ejemplo, las autoridades legales y reglamentarias o el público en general) que tengan un interés legítimo en el sistema. Las partes interesadas tienen diferentes necesidades y expectativas en el sistema. [ISO/IEC 25030] (ISO/IEC 25030:2007, 2007)
- 4- **Modelo de Calidad:** La calidad de un sistema es el grado en el cual el sistema satisface las necesidades establecidas e implícitas de sus diversas partes interesadas, y por lo tanto, aporta valor. Estas necesidades establecidas e implícitas son representadas en la serie SQuaRE de Normas por modelos de calidad que categorizan la calidad del producto en características, que, en algunos casos, son luego subdivididas en subcaracterísticas. [ISO/IEC 25010] (ISO/IEC 25010:2011, 2011)
- 5- **Atributo:** propiedad o característica inherente de una entidad que puede distinguirse cuantitativa o cualitativamente mediante medios humanos o automatizados. [ISO/IEC 25020]. En este caso, tratándose de atributos de calidad de software, corresponde con aquellas propiedades de la calidad del software que pueden medirse utilizando métricas, compuestas por una función de medición y elementos de medición.
- 6- **Necesidad de Calidad:** son aquellas necesidades de calidad de los interesados en el software. Son el punto de partida para el proceso de definición y análisis de requisitos de calidad de software dados por ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007).
- 7- **Asignación de Requisitos:** aquellos requisitos de calidad (subcaracterísticas, atributos o necesidades de calidad) relevados para un determinado producto de software en su totalidad o solo para algunas de sus funcionalidades (representadas por historias de usuario).
- 8- **Ponderación:** para seleccionar un subconjunto de todos los posibles requisitos de calidad, estos deben ser ponderados según la importancia que le den cada interesado o tipo de interesado.
- 9- **Método de Medición:** secuencia lógica de operaciones, descritas genéricamente, utilizada en la cuantificación de un atributo con respecto a una escala especificada. [ISO/IEC 25020] (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E)). Descripción de los pasos a seguir, fuentes de datos, herramientas, configuraciones, etc. necesarios para medir un elemento de medición que conforma la métrica de un atributo de calidad.
- 10- **Medición:** de elementos de medición para obtener el valor de una métrica de calidad en un momento dado del ciclo de vida del software.

Conclusiones

Como una primer prueba de concepto se llevó a cabo la instanciación del modelo desarrollado tomando por ejemplo un determinado desarrollo de *producto de software*, el cual tiene asociado una o varias *historias de usuario*, este *producto de software* tiene asociado *interesados*, a través de los cuales se pueden detectar las *necesidades de calidad* de las partes *interesadas* con el uso de ISO/IEC 25030, estas necesidades luego pueden ser transformadas en una especificación de requisitos de calidad a través de las *características y subcaracterística* de calidad establecidas en el *modelo de calidad* propuesto por ISO/IEC 25010, también será posible asignar *atributos y medidas* a las *subcaracterística de calidad* utilizando, por ejemplo, la norma ISO/IEC 25023. De esta manera podemos ver que es factible arribar una

Asignación de requisitos teniendo en cuenta una perspectiva de calidad de producto de software en el marco de trabajo Scrum.

Del análisis llevado a cabo y el desarrollo del modelo conceptual se puede observar que, si bien, esta es una primera aproximación desde la perspectiva de calidad de producto software hacia el marco de trabajo propuesto por Scrum, se puede evidenciar que desde la familia de normas que componen SQuaRE se pueden llevar a cabo aportes concretos, de manera puntual en las *historias de usuarios*.

Como se mencionó anteriormente esta es una propuesta inicial que propone la introducción de la calidad en el marco de trabajo ágil Scrum desde la perspectiva de calidad de producto software. Con fin de mejorar y validar el modelo propuesto, es que se plantea llevar a delante una serie de pruebas de concepto del modelo desarrollado en proyectos de desarrollo de software reales.

Referencias

- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2006). *El lenguaje Unificado de Modelado* (2° ed.). (A. Wesle, Ed.) Madrid: Pearson.
- CRYSTAL, *Agile project management*. (s.f.). Obtenido de <http://crystalmethodologies.org>
- Estayno, M., & Meles, J. (2014). El Rol del Product Owner en la definición y validación de las user stories. *Ciencia y Tecnología*(14), 145-162.
- Extreme Programming*. (s.f.). Obtenido de <https://www.agilealliance.org/glossary/xp>
- IEEE .Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer dictionary. (1990). Standard 610. Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries.
- ISO/IEC 25000:2014. (2014). Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). ISO-Guide to SQuaRE.
- ISO/IEC 25010:2011. (2011). Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models. ISO.
- ISO/IEC 25023:2016. (2016 (E)). Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality. ISO.
- ISO/IEC 25030:2007. (2007). Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements. ISO.
- Manifesto for Agile Software Development*. (s.f.). Obtenido de <http://agilemanifesto.org/>
- Pressman, R. (2005). *Ingeniería de Software*. (6 ed.). Mcgraw-Hill.
- Scrum Alliance*. (s.f.). Obtenido de <https://resources.scrumalliance.org/Article/quick-guide-things-scrum>
- Scrum Alliance*. (s.f.). Obtenido de <https://resources.scrumalliance.org/Article/quick-guide-things-scrum>
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software* (9° ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Villalta, A., & Carvallo, J. (2015). Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura. *CEDIA*. Maskana.

Modelo de arquitectura de software basada en la Nube para el registro seguro de evidencias digitales con Tecnología Blockchain

Cloud-based Software Architecture Model for the safe Digital Evidence records with Blockchain Technology

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Enzo Notario

Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Salta - Argentina
ernotario@ucasal.edu.ar

Jhon Grover Dorado

Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Salta - Argentina
jdorado@ucasal.edu.ar

Carlos Párraga

Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Salta - Argentina
licparraga1914@gmail.com

Oscar Carlos Medina

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
omedina@frc.utn.edu.ar

Herminia Beatriz Parra de Gallo

Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Salta – Argentina
bgallo@ucasal.edu.ar

Resumen

En el ámbito de la Justicia, tiene un valor primordial el carácter de admisibilidad de la evidencia, entendiéndose por tal a las condiciones de integridad, confidencialidad y confiabilidad que debe tener un elemento de prueba en un juicio. Estos criterios se respetan en un procedimiento procesal denominado Cadena de Custodia que actualmente cuenta con elementos registrales en papel, para el monitoreo constante de la evidencia como un conjunto de eventos que establecen la trazabilidad de ésta en todo momento, pues identifica donde y quien tiene bajo su responsabilidad dicho elemento de prueba. Para estudiar esta problemática, se conforma un equipo de trabajo entre la Facultad de Ingeniería de la UCASAL que a través del Grupo de Forensia Digital, pone a disposición la base de conocimiento experto en el tratamiento de la evidencia digital y el modelo de negocio de la Cadena de Custodia; y el CIDS, Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información de la U.T.N. – Facultad Regional Córdoba, cuyo laboratorio de Blockchain aporta la experiencia, trayectos formativos y de investigación especializados en las tecnologías de redes Blockchain y contratos inteligentes.

Palabras clave: Blockchain, Cadena de Custodia, Forensia Digital, Computación en la nube, Contratos inteligentes

Abstract

In the field of Justice, the admissibility of evidence is of paramount value, understanding as such the conditions of integrity, confidentiality and reliability that an element of evidence must have in a trial. These criteria are respected in a procedural procedure called Chain of Custody, which currently has registry elements on paper, for the constant monitoring of the evidence as a set of events that establish the traceability of this at all times, as it identifies where and who is responsible for this element of evidence. To study this problem, a working team is formed between the Faculty of Engineering of UCASAL, which through the Digital Forensics Group, makes available the expert knowledge base in the treatment of digital evidence and the business model of the Chain of Custody; and the CIDS, Centre for Research, Development and Transfer of Information Systems of the U.T.N. – Córdoba Regional Faculty, whose Blockchain laboratory provides the experience, training and research specialized in Blockchain network technologies and smart contracts.

Keywords: Blockchain, Chain of Custody, Digital Forensics, Cloud computing, Smart contracts

Introducción

Para una aproximación resumida de la problemática que aborda este proyecto, se puede considerar la definición de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal de nuestro país (Ministerio Público Fiscal, 2015), que señala: *“La cadena de custodia es el conjunto de medidas que deben adoptarse a fin de preservar la identidad e integridad de objetos o muestras que pueden ser fuente de prueba de hechos criminales, para su total eficacia procesal. Debe garantizar que el elemento de prueba o evidencia que se presenta en juicio, con el objeto de probar una determinada afirmación, sea el que ha sido reclutado y que no haya sufrido adulteraciones o modificaciones de parte de quienes lo introducen o terceras personas.”*

Al decir de (Chaia, 2013): *“Se debe tener especial cuidado en evitar cuestionamientos respecto del levantamiento y la custodia de los elementos o rastros que se presentan en el plenario, aventando cualquier sospecha sobre su procedencia y dejando en claro que se corresponden con los efectivamente secuestrados en la escena del crimen. Para llevar adelante esa actividad es preciso acreditar tanto el método utilizado, cuanto el personal que lo practicó. En definitiva, si las pruebas no se bastan a sí mismas –si es preciso identificar los objetos o huellas del delito, el sitio en que fueron encontrados, o la persona que tuvo a su cargo esa tarea-, resulta central prestarle atención al levantamiento y la conservación de ese material. Porque si el método es incorrecto, el almacenamiento inadecuado o la persona incapaz de cumplir su cometido, el trabajo será inútil y la evidencia inservible.*

Por otra parte, y en lo que respecta al manejo y preservación de evidencias digitales, la Resolución 528/21 (Ministerio de Seguridad de la Nación, 2021) aprueba el Protocolo de Actuación para la Investigación Científica en el Lugar del Hecho, el cual señala las responsabilidades del especialista en informática forense que actúa en un probable escenario delictivo, indicando particularmente los criterios de seguridad que deben mantenerse durante la recolección de la evidencia digital: *“10.66. El especialista en informática forense procurará que en el acta prevista en el artículo 7.13 y/o en el informe de su especialidad conste una fijación narrativa, precisa y detallada que suministre una noción clara del lugar donde fueron hallados los medios tecnológicos informáticos, de toda incidencia que hubiere acontecido durante el procedimiento policial, de los Potenciales Elementos de Prueba (PEP) de su interés detectados en el lugar del hecho y el estado en que éstos fueron hallados (encendido/apagado), incluyendo las características identificativas de cada dispositivo (por ejemplo, daños, marca, modelo, número de serie y cualquier marca de identificación). Cuando sea necesario y las circunstancias del hecho lo ameriten, el especialista en informática forense procurará que la fijación*

narrativa se complementa con fotografías, filmaciones y planos del lugar y del sitio de ubicación de cada efecto. Todo ello a fin de asegurar que el procedimiento pueda ser reconstruido, en caso de ser solicitado por la autoridad judicial.”

De lo anterior queda clara la necesidad de contar con procedimientos de gestión documental seguros y confiables para el registro de la evidencia digital, y la importancia de reflejar los datos con el detalle necesario y suficiente para establecer la trazabilidad de la evidencia digital.

Objetivos del Proyecto

Será necesario orientar el estudio y la investigación a la utilización de las tecnologías de seguridad informática y análisis forense en el contexto de la tecnología Blockchain y la trazabilidad del proceso de Cadena de Custodia.

Por una parte, se deberá circunscribir el contexto de aplicación y experimentación del tema en estudio, según criterios de alcance, profundidad, oportunidad y acceso a problemáticas reales de la Cadena de Custodia.

Se propone contextualizar el trabajo orientándolo al estudio de metodologías, técnicas y herramientas propias de la tecnología Blockchain, y su aplicación en el caso de aplicación propuesto.

Otro aspecto que debe abordarse es el ámbito jurídico-legal de la Cadena de Custodia, i.e., abordar la investigación desde las normativas nacionales e internacionales existente para este tipo de casos.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se propone como objetivos específicos de este proyecto de investigación los siguientes:

- **Objetivo Específico 1:** Formular un proyecto tecnológico que integre los recursos que cada parte aporta desde el rol que le compete, para el desarrollo de una arquitectura basada en los fundamentos metodológicos, técnicos y científicos requeridos por la Forensia Digital, con la adición de la trazabilidad inmutable de Blockchain.
- **Objetivo Específico 2:** Desarrollar un modelo de la arquitectura de software de tipo Blockchain en la nube que incorpore los resultados y conclusiones de OE1 considerando las estrategias necesarias para desarrollo a futuro de una aplicación informática específica para la gestión documental de la Cadena de Custodia.
- **Objetivo Específico 3:** Estudiar y analizar la normativa legal nacional e internacional aplicable a este tipo de entornos de registración documental en el ámbito de la justicia.

Marco Teórico

Desde el punto de vista del Derecho Procesal, vale considerar lo dicho por (Sandoval, 2020). cuando menciona que: *“... el proceso judicial constituye la principal garantía, ya que sirve como espacio adecuado para un debate amplio y contradictorio, que permita conocer o, por lo menos, acercarnos a la realidad litigiosa donde las partes de cada extremo del conflicto accedan... y, por tanto, en cualquier actuación debe «asegurarse la construcción del «debido proceso» o «proceso justo» que la humanidad exige para el juzgamiento de cualquier cuestión problemática, en consideración a lo subjetivos que con el proceso se persiguen”*. El concepto de “debido proceso” incluye a las pruebas que cada parte puede presentar, y se garantiza la veracidad de estas a partir de su resguardo mediante la cadena de custodia respectiva, remarcando el rol que ésta cumple en el cumplimiento de las garantías procesales.

Respecto de Blockchain son válidos los aportes del trabajo de (Torres Zúñiga,2021) quien destaca – desde el enfoque de las ciencias jurídicas – la importancia de aplicar esta tecnología como sistema de registro y control de los indicios, hallazgos y evidencias relacionados con la investigación de un supuesto delito, así como la necesidad de dar a conocer las posibilidades de estas tecnologías a los profesionales de las Ciencias del Derecho.

Estos conceptos iniciales señalan el marco jurídico que se debe considerar en este proyecto, para dar respuesta a la demanda de un proceso judicial más eficiente basado en propuestas de incorporación de tecnologías emergentes a dichos procesos. En particular, cuando se consideran los delitos mediados por las tecnologías, existe una abundante cantidad de elementos de prueba, que deben resguardarse de manera adecuada, principalmente para cuidar la admisibilidad de la evidencia según criterios de integridad, autenticidad, y confidencialidad.

En este contexto, y dadas las características de confiabilidad de la tecnología Blockchain, resulta una herramienta ventajosa y adecuada para aplicar en la Cadena de Custodia y resguardar la trazabilidad de la probable evidencia digital.

Por otra parte, la sistematización de los registros de la Cadena de Custodia trae aparejados beneficios adicionales, como la elaboración de estadísticas, informes de cruces de datos, etc., y todas las variantes que pueden devenir de contar con los registros en una estructura de base de datos organizada. La aplicación del análisis estadístico a los registros de la Cadena de Custodia permitirá contar con información que fundamente las políticas procesales y de seguridad que involucran al proceso penal, entregando a los actores de nivel superior información derivada de casos concretos, para que puedan tomar mejores decisiones sobre la organización y administración de justicia.

A pesar de sus evidentes beneficios mencionados, este tipo de herramientas y tecnologías digitales se encuentran ausentes a la fecha en el sistema judicial argentino, dando lugar a una vulnerabilidad estructural que podría ser subsanada con la solución que se propone en este proyecto.

Desde los espacios científicos especializados en la Forensia Digital, se considera a la evidencia digital como un objeto de estudio para el cual se investigan nuevos métodos, técnicas y herramientas forenses. En particular se pueden mencionar dos componentes de interés para el presente proyecto:

- La aplicación de tecnologías de tipo Blockchain son consideradas las más adecuadas en la actualidad para garantizar trazabilidad e inmutabilidad por las características intrínsecas de su base de datos (Querro, 2020).
- La definición de procesos y procedimientos ajustados a normas y protocolos internacionales para el tratamiento de la evidencia digital.

Si se considera el foco de trabajo en los procesos y procedimientos judiciales en sí mismos, es dable considerar las normas y protocolos internacionales para el tratamiento de la evidencia digital y la Cadena de Custodia. Al respecto existen investigaciones que abordan los vínculos entre la tecnología Blockchain y las normas ISO 9001:2015 (Gisbert Soler & Pérez Molina, A. I., 2019). y la ISO 27001:2017 (Tanadi et al., 2021).

Por otra parte, la norma ISO 22095:2020 (ISO, 2020), define un marco para la cadena de custodia proporcionando:

- un enfoque genérico consistente para el diseño, implementación y gestión de cadenas de custodia;
- terminología armonizada;
- requisitos generales para diferentes modelos de cadena de custodia;
- orientación general sobre la aplicación de los modelos de Cadena de Custodia definidos, incluida la orientación inicial sobre las circunstancias en las que cada modelo podría ser apropiado.

De aplicación en diversos ámbitos, la norma puede ser utilizada por diferentes organizaciones que operen en cualquier paso de una cadena de suministro, así como por organizaciones de establecimiento de estándares como punto de referencia para estándares específicos de la Cadena de Custodia.

Entonces, se ha identificado plenamente la demanda de un registro confiable para la Cadena de Custodia, dicho por los propios actores del proceso judicial, que reconocen a la tecnología Blockchain como la herramienta fundamental para las necesidades de trazabilidad de la evidencia, y reconociendo su impacto en la eficacia procesal de la justicia a partir de las condiciones de integridad, confidencialidad e inalterabilidad que esta tecnología conlleva. Se identificaron, en un análisis preliminar, publicaciones relacionadas con la aplicación de tecnologías Blockchain al caso de uso Cadena de Custodia de evidencias de un proceso judicial (Al-Khateeb et al., 2019), (Lone & Mir, 2018) (Bonomi et al., 2018). Se prevé, además, la elaboración de una revisión sistemática de la literatura científica para determinar el estado actual de conocimiento de este tema.

Metodología y Plan de Trabajo

Como actividad indispensable para el inicio de la investigación se deberá realizar una revisión bibliográfica para profundizar el conocimiento en el área de investigación en la que se desarrollará el proyecto, así como las tecnologías y las diferentes propuestas existentes. Se recurrirá a técnicas comparativas para establecer las características comunes y diferenciales de las metodologías de análisis forense y de las herramientas forenses disponibles para trabajar con la tecnología Blockchain, con énfasis en los espacios de estudio dedicados a la cadena de custodia.

Desde el punto de vista ingenieril, las propuestas de gestión de proyectos según lineamientos del PMI (Project Management Institute), o métodos ágiles como “scrum”, servirán de utilidad para este trabajo.

El plan de trabajo incluye el desarrollo de sucesivas actividades que, con el grado de paralelismo y secuencialidad suficiente, permitan lograr los resultados esperados. Las actividades paulas son las siguientes: a) Estudio del Estado del Arte sobre Cadena de Custodia; b) Estudios del Estado del Arte sobre tecnologías Blockchain aplicadas al ámbito de la Justicia; c) Estudio de la normativa legal nacional e internacional aplicable a este tipo de tecnologías; d) Análisis de requerimientos sobre la trazabilidad de la Cadena de Custodia; e) Diseño y desarrollo de un modelo de la arquitectura de software de tipo Blockchain en la nube, para el desarrollo a futuro de una aplicación informática específica para la gestión documental de la Cadena de Custodia; f) Desarrollo de publicaciones de avance sobre la investigación realizada.

Conclusiones

Respecto de la tecnología Blockchain, la solución que se plantea es factible de ser implementada como una aplicación descentralizada de contratos inteligentes. La utilización de la Cadena de Custodia para el resguardo de las garantías de admisibilidad de la evidencia debe mantenerse durante todo el proceso penal, y es factible reemplazar el formato papel del registro actual con una aplicación informática sostenida en estructura de alta seguridad como las tecnologías de registro distribuido, manteniendo y fortaleciendo los criterios de trazabilidad, preservación y confidencialidad que debe respetarse durante el tratamiento de cualquier tipo de evidencia judicial.

A la fecha el proyecto se encuentra recién iniciado, y es de esperar que, con el modelo de arquitectura de software construido, sea posible el desarrollo e implementación de una aplicación informática destinada al registro de la Cadena de Custodia de la evidencia digital, como continuación de la línea de investigación.

Referencias

Al-Khateeb, H., Epiphaniou, G., & Daly, H. (2019). Blockchain for modern digital forensics: The chain-of-custody as a distributed ledger. In *Blockchain and Clinical Trial* (pp. 149-168). Springer, Cham. <http://blog.hakzone.info/wp-content/uploads/2020/05/Blockchain-for-Modern-Digital-Forensics-The-Chain-of-Custody-as-a-Distributed-Ledger.pdf> [Consultado el 23/04/2022].

Bonomi, S., Casini, M., & Ciccotelli, C. (2018). B-coc: A blockchain-based chain of custody for evidences management in digital forensics. *arXiv preprint arXiv:1807.10359*. <https://arxiv.org/abs/1807.10359> [Consultado el 23/04/2022].

Chaia, R. A. (2013). *La prueba en el proceso penal*. Hammurabi.

Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2019). Blockchain vs ISO 9001: 2015. *3C Tecnología*, 8(2), 37-48. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157520/Gisbert?sequence=1> [Consultado el 09/09/2022].

ISO 22095:2020(en. Chain of custody — General terminology and models <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:22095:ed-1:v1:en> [Consultado el 09/09/2022]

Lone, A. H., & Mir, R. N. (2018). Forensic-chain: Ethereum blockchain based digital forensics chain of custody. *Sci. Pract. Cyber Secur. J*, 1, 21-27. https://www.researchgate.net/publication/321746762_Forensic-chain_Ethereum_blockchain_based_digital_forensics_chain_of_custody [Consultado el 23/04/2022]

Ministerio de Seguridad de la Nación (2021). PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL LUGAR DEL HECHO. <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/355000-359999/357248/norma.htm> [Consultado el 22/04/2022]

Ministerio Público Fiscal de la Nación (2015). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CADENA DE CUSTODIA. <https://www.mpf.gov.ar/capacitacion/files/2015/07/Cadena-de-Custodia.pdf> [Consultado el 22/04/2022]

Querro, S.E. (2020). Smart Contracts. Qué son, para qué sirven: IJ Editores.

Sandoval, Z. M. P. (2020). Garantías procesales en la justicia digital. *La Revista Temas Procesales Vol. 33*

Tanadi, Y., Soeprajitno, R. R. W. N., Firmansah, G. L., & El Karima, T. (2021). ISO 27001 Information Security Management System: Effect of Firm Audits in Emerging Blockchain Technology. *Riset Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, 6(2), 198-204. <https://journals.ums.ac.id/index.php/reaksi/article/download/15146/7012> [Consultado el 09/09/2022]

Torres Zúñiga, V (2021). Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en el Área Forense. https://www.researchgate.net/profile/V-Torres-Zuniga/publication/350850167_Aplicaciones_de_la_Tecnologia_Blockchain_en_el_Area_Forense/links/6075fd4e299bf1f56d560351/Aplicaciones-de-la-Tecnologia-Blockchain-en-el-Area-Forense.pdf [Consultado el 22/04/2022]

Un modelo de calidad para la mejora continua del aprendizaje en las carreras tecnológicas

A Quality Model for the Continuous Improvement of Learning in Technological Careers

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Reus Juan Marcelo

FCEEyN – UNSJ – ISFT (Instituto Superior de Formación Técnica en la Escuela Normal Superior Gral Manuel Belgrano San Juan)
marceloreus@hotmail.com

Carlos Salgado

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
mperalta@unsl.edu.ar

Luis Roqué

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
araroq@unsl.edu.ar

Javier Saldarini

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
Saldarinijavier@gmail.com

Claudio Carrizo

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
cjcarrizo77@gmail.com

Resumen

En el mundo crece constantemente desde hace años la demanda de profesionales de las tecnologías de información (IT, por sus siglas en inglés) y en estos tiempos de pandemia/pospandemia se vio incrementada debido a la transformación de las condiciones de trabajo y la necesidad de digitalización y deslocalización de los servicios de las mismas empresas. La gran demanda laboral de profesionales IT, se encuentra en constante expansión y muy lejos de ser satisfecha, o por lo menos así lo demuestra la abundante información que continuamente circula por diarios, revistas digitales, noticias de TV, internet, etc. Donde con frecuencia se nos informa que año a año hay un gran número de puestos de trabajo vinculados al sector IT que quedaron sin cubrir. Nos preguntamos entonces: ¿Por qué, las carreras relacionadas con la IT no desbordan de estudiantes? ¿Por qué es tan bajo el número de estudiantes que egresan? El modelo de calidad que proponemos, nos invita a repensar los componentes esenciales del proceso enseñanza/aprendizaje. Cuando hablamos de calidad educativa, a menudo la atención se dirige al rendimiento de los estudiantes, lo que a nuestro criterio resulta por lo menos incompleto, dado que la calidad en este sentido debiera ser el resultado de evaluar todos los componentes involucrados, incluido el proceso mismo. Planteamos entonces la necesidad de un concepto de calidad holístico, es decir, una guía para medir y mejorar todos los componentes, incluyendo la perspectiva y la demanda de todos

los interesados. El modelo EDPC (Estudiante-Docente-Proceso-Contenido) se centra en los componentes básicos e indispensables y se ocupa de conocer y satisfacer a quienes participan del proceso enseñanza-aprendizaje, pero también a quienes esperan a nuestros profesionales egresados para contratarlos, esto resulta esencial para cubrir la brecha entre la oferta y la demanda laboral existente. En el mundo, diversos estudios proponen retroalimentación personalizada de datos los trayectos de los y las estudiantes y detectan factores que afectan de manera positiva y negativa. Conocer el efecto que nuestra docencia tiene en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes y hacerlo visible, constituye un marco de referencia innegable. Los estudios y las investigaciones pueden provenir de ciudades y culturas diferentes, pero nos interesa todo lo que sucede en la educación como fenómeno global y fundamentalmente en nuestro ambiente de trabajo más próximo, comenzando por el aula (presencial o virtual), nuestra institución, nuestra comunidad, etc.

Palabras clave: Modelo - Calidad educativa - Proceso - Enseñanza/Aprendizaje - Prácticas educativas abiertas

Abstract

In the world, the demand for information technology (IT) professionals has been growing steadily for years and in these times of pandemic/post-pandemic it has increased due to the transformation of working conditions and the need for digitization and relocation of the services of the same companies. The great labor demand for IT professionals is constantly expanding and far from being satisfied, or at least this is demonstrated by the abundant information that continuously circulates through newspapers, digital magazines, TV news, the Internet, etc. Where we are often informed that year after year there are a large number of jobs linked to the IT sector that remain unfilled. We ask ourselves then: Why are IT-related careers not overflowing with students? Why is the number of graduating students so low? The quality model that we propose invites us to rethink the essential components of the teaching/learning process. When we talk about educational quality, attention is often directed at student performance, which in our opinion is at least incomplete, since quality in this sense should be the result of evaluating all the components involved, including the educational process. same. We therefore propose the need for a holistic quality concept, that is, a guide to measure and improve all components, including the perspective and demand of all stakeholders. The EDPC model (Student-Teacher-Process-Content) focuses on the basic and essential components and deals with knowing and satisfying those who participate in the teaching-learning process, but also those who wait for our graduate professionals to hire them, this results essential to cover the gap between existing labor supply and demand. In the world, various studies propose personalized data feedback on student journeys and detect factors that affect them positively and negatively. Knowing the effect that our teaching has on the teaching/learning process of students and making it visible constitutes an undeniable frame of reference. Studies and research may come from different cities and cultures, but we are interested in everything that happens in education as a global phenomenon and fundamentally in our closest work environment, starting with the classroom (face-to-face or virtual), our institution, our community etc.

Key Words: Model - Educational quality - Process - Teaching/Learning - Open educational practices

Introducción

El término “calidad educativa”, aparece rápidamente asociado a un sin número de investigaciones que describen innumerables factores que lo afectan de manera positiva y negativa. Así lo demuestra uno de los estudios más recientes e importantes, al menos en cuanto al volumen de datos, una investigación basada en 800 meta-análisis que han supuesto un total de 50.000 estudios y una muestra de 80.000 estudiantes (Hattie, J., 2015).

Conocer el efecto que nuestra docencia tiene en el aprendizaje de los y las estudiantes, conocer, escuchar, atender y satisfacer a quienes participan en un proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta esencial para quien

está interesado en mejorar algo. En este sentido, la técnica: “Analítica de aprendizaje” (Pardo, 2014), propone una retroalimentación personalizada de datos de trayectos de los y las estudiantes. Así, el modelo EDPC se enfrenta a ese desafío, considerando a los actores esenciales en un primer nivel o versión simplificada, y a todos los que puedan sumarse en una versión más amplia.

En cuanto a los contenidos, también es posible establecer estándares o criterios de calidad, no solo desde sus aspectos técnicos, sino también a los pedagógicos, y en este sentido, de las nuevas tecnologías surgen ideas y propuestas muy originales sustentadas en las TIC. Un ejemplo de ello, son los Objetos de Aprendizaje, para los que existen estándares de calidad, que definen requisitos mínimos técnicos-funcionales, como: Interoperabilidad, accesibilidad y durabilidad. También resulta desafiante conocer la influencia del uso de TIC, REA y PEA en los aspectos mencionados

Pilares, principios y fundamentos científicos del modelo

El principal compromiso de este trabajo, es proveer una guía que permita construir un modelo de calidad, analizando y sistematizando los factores considerados de interés para una determinada comunidad, buscando la evidencia que determine debilidades, fortalezas y oportunidades para mejorar las prácticas educativas y mejorar la calidad de nuestra educación.

Como partes de una sociedad que demanda soluciones a nuevos problemas constantemente, el modelo se basa en tres áreas de la ciencia: la Ingeniería de Software, los estándares internacionales para la educación de calidad y los aportes más recientes de la neuroeducación.

La NeuroEducación es la disciplina que estudia el funcionamiento del cerebro durante el proceso de enseñanza-aprendizaje: analiza el desarrollo del cerebro humano y su reacción a los estímulos, que posteriormente se transforman en conocimientos (Cristina Saez, 2014).

Descripción del modelo EDPC

El Modelo EDPC propuesto se enfoca en cuatro componentes esenciales e imprescindibles en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, donde E representa al ESTUDIANTE colocado en primer orden por ser considerado el principal componente y la razón de la existencia del proceso enseñanza-aprendizaje, D representa al DOCENTE, en segundo orden y es quien debe mantenerse sensible a todo lo que sucede en el escenario que lo vincula fuertemente con el estudiante y los contenidos. La P representa al PROCESO que involucra a todos los componentes (interacciones, datos, informes y resultados) que pretende abarcar el modelo en su mínima expresión, por último, la C, los CONTENIDOS, creados o propuestos y seleccionados cuidadosamente por los docentes, que finalmente serán accedidos por los estudiantes.

Para la definición del modelo no se consideró una única definición de “calidad educativa” resultante de una determinada corriente de pensamiento o filosofía, sino que se considera que el concepto debe construirse en cada escenario de trabajo, teniendo en cuenta los actores que intervienen, los que serán consultados, para hallar en un primer momento las dimensiones “aun cuando la calidad haya sido definida y/o medida en base a un número de indicadores”, no será más que un acercamiento, una aproximación en el camino que luego se tome para intentar alcanzarla. La Figura 1 presenta los cuatro elementos esenciales del modelo con las interacciones desarrolladas en un escenario institucional, que a su vez es contenido por un escenario más amplio. Cada escenario desde lo particular (por ej. el aula o curso) hasta el más general o global proponen condiciones, reglas, estándares que se esperan alcanzar como resultado del proceso de enseñanza aprendizaje.



Figura 1. Modelo de Calidad EDPC: Estudiante – Docente – Proceso – Contenido

Etapas para la aplicación del modelo

Para la aplicación del Modelo propuesto, se han definido 3 etapas. Las mismas son descriptas a continuación.

Etapas N°1: Recolección de datos

Etapas N°2: Hallar dimensiones

Etapas N°3: Construir los indicadores para la medición y valoración de cada uno de los componentes

Planificación e instanciación de EDPC

Para la aplicación del modelo, se deben caracterizar y describir los atributos de calidad de cada componente. Por razones de espacio a continuación abordamos uno de los componentes, el componente elegido del modelo es: ESTUDIANTE. En nuestra investigación surgieron características tales como: valores, habilidades, competencias, destrezas deseables o esperables de los estudiantes. El objetivo era llegar a características medibles, que nos permitieran trabajar en la obtención de esas cualidades o atributos consensuados y deseados para nuestros estudiantes. Para ello, se siguió el siguiente esquema de trabajo y generación de documentos:

Para instanciar el modelo propuesto. Se aplicaron cada una de las tres etapas prevista en el modelo de calidad propuesto.

ETAPA 1: Recolección de Datos. Creación de una pregunta de investigación: Se debe establecer cuál es el objetivo principal de la investigación. En nuestro caso planteamos el interrogante: ¿Qué es un buen estudiante, para el mundo y para nuestra comunidad? El escenario planteado era tanto en el ámbito local/regional como en el global. Se necesitaba saber la percepción del mundo y de la comunidad sobre las necesidades, habilidades y competencias necesarias para satisfacer la oferta laboral, para ello se consideraron dos dominios como fuentes de información. A continuación, y como parte de la etapa 2 del modelo se procedió a categorizar cada uno de los dominios de estudio.

ETAPA 2: Hallar dimensiones:

A nivel Global (basado en estudios recientes)	A nivel Local/Regional (por medio de encuestas)
Los mismos actores para los dos niveles	
i. Estudiantes – ii. Docentes – iii. Directivos, administrativos de la institución – iv. Familia – v. Mercado laboral – vi. Otros	
Instrumentos de Estudio en los dos niveles abordados	
basado en estudios recientes y de fuentes confiables a nivel nacional e internacional	por intermedio de encuestas a la parte local, regional y nacional (instrumentada a través de formularios en la web)

Análisis y estudios de los datos e información recopilada para realizar la limpieza de los datos. Evitando duplicaciones, datos sucios o faltantes, entre otros. Se utilizarán técnicas estadísticas para el análisis, clasificación y tipificación de los datos obtenidos.

El análisis de los resultados de las encuestas requiere establecer un sistema de categorías. Este proceso es iterativo, cíclico y requiere leer y releer las respuestas, además de interpretación y consenso que llegarán a un final cuando las respuestas ya no aporten nada nuevo a los resultados, es decir cuando la tendencia difícilmente pueda tomar un rumbo imprevisto con las respuestas que se reciban sobre el final. Así, de la encuesta surge que los principales actores de la comunidad educativa utilizan términos diferentes para indicar lo que consideran como un “buen estudiante, un buen docente, un buen proceso y un buen contenido”. La tabla 1 muestra Las palabras más empleadas, ordenadas desde mayor a menor frecuencia para la componente estudiada en este trabajo: ESTUDIANTE.

Componente	Grupos encuestados (en proceso el mercado laboral)			
Estudiante	constancia	responsable	responsable	responsable
	dedicación	colabora	voluntad	respeto
	responsable	compromiso	confianza	estudioso
	curiosidad	cumplidor	curiosidad	dedicado
	voluntad	ordenado	Honesto	puntual

Tabla 1: Características de la componente bajo estudio: ESTUDIANTE

A modo de ejemplo, al indagar acerca de los posibles motivos por los que los estudiantes abandonan la carrera y suponemos que ¿Tienen horarios de trabajo que les restan tiempo de estudio?, pudimos observar que una de las causales del abandono de estudios puede deberse a la dificultad de cursar una carrera al mismo tiempo que se tiene un trabajo. Los estudiantes parecen decir que la mayoría tiene dificultad para hacer ambas cosas. Docentes, directivos y hogares creen que solo algunos tienen esta problemática.

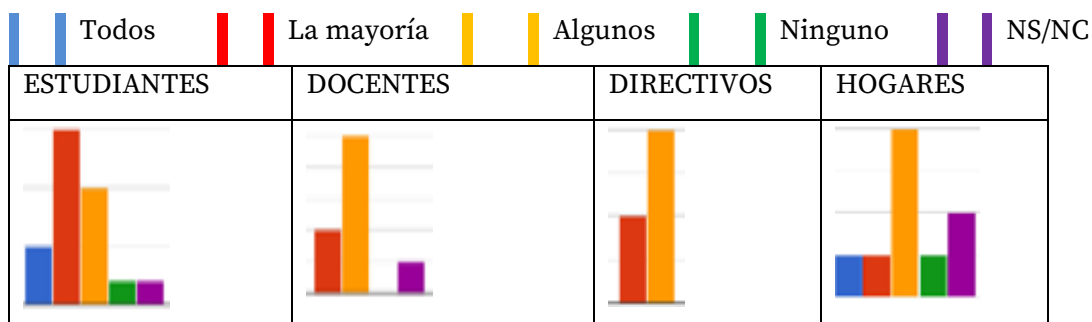


Gráfico 1. Encuesta sobre el motivo de deserción

ETAPA 3. Construcción de indicadores y asignación de pesos: Como se mencionó previamente, se deben definir los indicadores para la componente en función de los criterios establecidos por los interesados. Para el caso de la componente ESTUDIANTE, el peso debe ser el más preponderante, por lo que, en general, no debería ser inferior al 50%.

En esta etapa se ha definido un conjunto de métricas e indicadores que nos permiten tener una aproximación cuantitativa a cada característica y subcaracterística del modelo propuesto. Así a modo de ejemplo, se muestra el indicador definido para evaluar el acompañamiento de la institución:

Acompañamiento de la institución =	{	Excelente	(1) Acomp_Inst <10%
		Bueno	(0,6) 10% ≤ Acomp_Inst <30%
		Regular	(0,3) 30% ≤ Acomp_Inst <60%
		Malo	(0,05) Acomp_Inst ≥ 60%

De esta misma manera se definieron el resto de los indicadores.

Conclusiones

Actualmente, el proyecto se encuentra en plena ejecución. La etapa 1, recolección de datos, es la que permanentemente está en ejecución y retroalimentándonos. La instanciación del modelo nos permite conocer una tendencia de las opiniones, además de incrementar la base de datos con datos e información que continuamos recibiendo. Se ha logrado identificar términos o características deseables o esperables en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que permitieron la definición de métricas e indicadores que son los instrumentos para medir, corregir, mejorar o cambiar las tareas y procesos que son el motor de la educación, enfocados en los distintos actores que en ella intervienen. Las bondades que presentan las tecnologías de la información, y el nuevo escenario con la pandemia y postpandemia han potenciado las prácticas educativas abiertas como también el uso de los recursos educativos abiertos. A tal punto que son el soporte, para parte de esta investigación en lo que respecta al alcance que se logra y las posibilidades que se abren.

En este trabajo se ha podido recolectar datos e información variada desde la perspectiva de los distintos actores. Entre los términos que se hacen común en las percepciones tanto de estudiantes como docentes surgen: paciencia, dedicación, puntualidad, constancia, responsabilidad, actitud, educado, ordenado, colaborador, atento, curioso, predispuesto, etc. La obtención de estas características permite tener una categorización de las opiniones y posterior tabulación para su análisis y estudio. Estas características y atributos se obtuvieron desde la opinión de diversos actores como estudiantes, docentes, sociedad, expertos consultados, entre otros. En base a ello se han definido métricas e indicadores que posibilitaron realizar la medición de cuánto se estaba cumpliendo el modelo de calidad propuesto. La posibilidad de generar informes al utilizar el modelo, sirve como documentación que permita seguir la historia de la evolución del proceso educativo, a través de la comparación de la situación actual con la situación futura, aportando a la mejora continua del proceso de enseñanza aprendizaje.

Bibliografía

- Deming, W. Edwards (1994) LA NUEVA ECONOMÍA. Para la industria, el gobierno y la educación.
- Hattie, J., & Zierer, K. (2020). A GUIDE TO VISIBLE LEARNING. VISIBLE LEARNING IN THEORY AND PRACTICE. In R. FreeBook (Ed.).
- Pardo, A. (2014). Learning Analytics.

Webgrafía

Saez, Cristina (2014) NEUROEDUCACIÓN, O CÓMO EDUCAR CON CEREBRO

<https://cristinasaez.wordpress.com/2014/10/06/neuroeducacion-o-como-educar-con-cerebro/>

Modelo de seguridad para controlador SDN

Security model for SDN controller

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Juan Carlos Calloni

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco Argentina
jccalloni@gmail.com

Javier Daniel Saldarini

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco Argentina
saldarinijavier@gmail.com

Antonela Calloni

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco Argentina,
antocalloni@gmail.com

Mauricio Hilario Trossero

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco Argentina
maurytrossero@gmail.com

Gonzalo Luque

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco Argentina
gonzaluque@hotmail.com.ar

Resumen

En respuesta al creciente tráfico y los requisitos de calidad, las redes han cambiado rápidamente. Este crecimiento ha llevado a empresas y a Universidades a cambiar su enfoque para operar la infraestructura de red. En este escenario de crecimiento exponencial y significativo se plantea este proyecto a través de las redes definidas por software (SDN). En estos escenarios la seguridad se está convirtiendo en una inquietud importante, ya que en las redes híbridas se hace muy complejo cubrir toda la superficie. Los ataques de DDoS hacia el controlador SDN pueden agotar sus recursos de procesamiento, lo cual afectaría a la disponibilidad de toda la red. Lo que se propone es un modelo abstracto que permita definir la gestión de tráfico a través de controladores SDN, para distribuir sus políticas de seguridad. Dado estos antecedentes y debido a que un campus universitario posee características únicas y basándonos en estas necesidades de asegurar una red híbrida SDN; el presente trabajo propone aplicar una revisión de antecedentes sobre un modelo de seguridad para controladores SDN en una red Universitaria.

Palabras clave: Redes definidas por Software, Modelo, Controladores, Seguridad, Redes Híbridas.

Abstract

In response to growing traffic and quality requirements, networks have changed rapidly. This growth has led companies and universities to change their approach to operating network infrastructure. In this scenario of exponential and significant growth, this project is proposed through software-defined networks (SDN). In these scenarios, security is becoming an important concern, since in hybrid networks it becomes very complex to cover the entire surface. DDoS attacks against the SDN controller can exhaust its processing resources, affecting the availability of the entire network. What is proposed is an abstract model that allows defining traffic management through SDN controllers, to distribute their security policies. Given this background and because a university campus has unique characteristics and based on these needs to ensure a hybrid SDN network; The present work proposes to apply a background review on a security model for SDN controllers in a University network

Keywords: Software Defined Networks, Model, Controllers, Security, Hybrid Networks.

Introducción

En la última década, los requisitos de la red han cambiado rápidamente en respuesta al tamaño creciente del tráfico de la red y los requisitos de calidad. Las arquitecturas de red convencionales son estáticas y complejas para abordar las condiciones dinámicas de la red. Para permitir que las redes sean adaptativas, aparece un nuevo modelo de red emergente denominado SDN [1].

Las redes definidas por software SDN, básicamente se enfocan en la programación por software de las redes, a través de un controlador, en el cual el control se desvincula del hardware.

El plano de control es separado de la capa de red física y puede controlar flujos por separado, dependiendo de las necesidades de las políticas en capas superiores, buscando optimizar el funcionamiento de una red y mejorar drásticamente la eficiencia [2]. Un controlador SDN actúa como un cerebro virtual de la red, y ofrece a los administradores una vista de la red general. No sólo puede monitorizar el tráfico de una red con facilidad, sino que ordena a los sistemas por debajo, *switches*, *routers* y otros equipos de la red; cómo deben manejar el tráfico de red, haciendo una gestión inteligente del tráfico [3]. Entonces las SDN se definen como una arquitectura de red dinámica, gestionable, adaptable, de costo eficiente, lo cual la hace ideal para las altas demandas de ancho de banda y la naturaleza dinámica de las aplicaciones actuales [4].

La seguridad y confiabilidad de las redes SDN se está convirtiendo en una preocupación seria para la industria ya que la superficie a cubrir se hace cada vez más amplia en redes híbridas. Las redes SDN, traen beneficios en términos de programabilidad de la red y centralización de la lógica de control pero introducen nuevas posibilidades de ataques [5]. Al hablar de una red híbrida se hace referencia a una red en la que operan juntos protocolos de redes tradicionales con los de una red SDN (protocolo OpenFlow).

En definitiva, una red híbrida permite a los administradores de red introducir nuevas tecnologías de SDN como OpenFlow a entornos heredados sin una completa visión de la arquitectura de la red. Un administrador de red puede configurar el controlador SDN para descubrir y controlar el flujo de tráfico o para administrar la seguridad de la red, mientras que la red tradicional continúa dirigiendo el resto del tráfico de la red [6].

Se identifica también la seguridad en la protección de datos, dispositivos y activos tecnológicos de las compañías que operan conectadas a los controladores SDN, evidenciando que estas se encuentren protegidas y blindadas de forma eficiente, con el fin de determinar posibles anomalías, amenazas, o vulnerabilidades que se hayan presentado y a partir de ahí obtener unos resultados que mejoren de manera eficiente la seguridad en las redes SDN logrando una transformación de las arquitecturas de los controladores SDN [7].

La naturaleza centralizada del controlador lo convierte en un elemento vulnerable a ataques que pueden provocar la interrupción del servicio de toda la red. [8] Como ejemplo, uno de los desafíos críticos es el impacto de los ataques de Denegación de Servicio Distribuido (DDoS) en las redes SDN. Un ataque de DDoS dirigido hacia el controlador SDN podría agotar sus recursos de procesamiento, volviéndolo inaccesible para los paquetes legítimos, lo cual afectaría a la disponibilidad de servicio [9].

Dado estos antecedentes y debido a que un campus universitario posee características únicas y basándonos en estas necesidades de asegurar de manera eficiente una red híbrida SDN; el presente trabajo de investigación propone aplicar SDN en la infraestructura de telecomunicaciones de la red de nuestro campus universitario, para determinar y proponer un modelo de seguridad para controladores SDN. En nuestro proyecto se plantea usar los controladores NOX y POX, con el objetivo de generar un modelo de seguridad para los controladores SDN en una red híbrida universitaria. Para ello se parte de una descripción detallada de la red a estudiar, verificando si sus principales arquitecturas garantizan autenticidad, integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información. Luego se realizará un modelo seguro propuesto para la implementación de cada controlador SDN en la red híbrida universitaria.

La hipótesis

En la actualidad no existe un modelo de seguridad para controladores SDN en una red universitaria híbrida. Esta característica hace que los controladores SDN no puedan operar de forma segura, lo que puede traer aparejada la imposibilidad de elaborar soluciones óptimas para diferentes tipos de problemas. Es posible resolver este problema a través de un vocabulario común para los diferentes controladores puedan dialogar en un modelo estándar de seguridad. Lograr definir un Modelo Ontológico de seguridad para un controlador SDN en una red híbrida Universitaria, para la comunicación de dominios de redes y generaría una comunicación segura clara sin importar el fabricante del controlador ni el lenguaje de programación en el que está construido.

Conceptos

SDN está cambiando la forma en que se controlan, gestionan y configuran las infraestructuras de redes de TI [10]. La perspectiva SDN se basa en la separación del plano de control del plano de datos, en donde, uno toma las decisiones de reenvío de datos y el otro las ejecuta. En cuanto con la arquitectura SDN, el plano de control está bajo la responsabilidad de un controlador centralizado que toma todas las decisiones de reenvío de flujo en la red. La comunicación entre los dos planos se logra a través del protocolo OpenFlow especificado por la Open Networking Foundation (ONF) [10].

La tecnología SDN se está adoptando ampliamente en los dominios de redes comerciales, gubernamentales y, especialmente, en el sector universitario. Ahora bien, los modelos de redes tradicionales, sobre los cuales se han desarrollado todos los servicios que estas ofrecen y, además donde se basan los nuevos servicios digitales, considera a la red como un conjunto de elementos independientes, relacionados entre sí y que transfieren datos entre ellos. La dificultad se genera al tratar de establecer la red como un todo, y hay que entender que son elementos individuales, con conexiones y diferentes características. Es aquí donde entra en juego la arquitectura SDN, la cual ofrece posibilidades de interactuar directamente con la red como si fuera un todo, teniendo entonces las siguientes características: 1) flexibilidad: ya que el flujo de datos se ajusta dinámicamente a los cambios de la red. 2) programable: porque se permite establecer reglas de flujo mediante la programación, 3) administrable: ya que se tiene el control de la red centralizado, y 4) rentable: puesto a que no se necesita estar atado a un software propietario [11].

Por lo tanto, las redes requieren una reconfiguración frecuente en enrutamiento, QoS, firewall, etc. La velocidad y la escala de estos cambios llevan a la inestabilidad de la red. Por esta razón, se necesita una red programable para aumentar la flexibilidad de la red y mantener al mínimo los efectos secundarios causados por los cambios [12].

OpenFlow es un protocolo estándar que administra los comportamientos de reenvío de conmutadores SDN de varios proveedores. Facilita la gestión del controlador SDN y la supervisión de los conmutadores SDN. El protocolo controla de forma programática y dinámica los comportamientos de reenvío de los conmutadores SDN y, a través del protocolo OpenFlow, envía mensajes a los conmutadores para controlar el comportamiento de reenvío de una red. Un conmutador OpenFlow puede tener más de una tabla de flujo, lo que se denomina cadena. Cuando un paquete ingresa a un conmutador OpenFlow, el paquete se verifica con tablas de flujo, respectivamente. Las reglas en las tablas de flujo tienen tres secciones, incluida la prioridad, el campo de coincidencia y la acción. El campo de prioridad define qué regla debe seleccionarse si el paquete coincide con campos de coincidencia de varias reglas. La regla elegida aplica la acción al paquete de acuerdo con las opciones correspondientes: reenviar el paquete a un puerto específico, descartar o modificar el encabezado del paquete [13].

Usos y Aplicaciones

Data Centers: Un gran problema de los data centers, es el gran consumo energético que producen. Las redes SDN pueden permitir mejorar la eficiencia energética a través de métodos para usar solo una parte de la red, intentando que esto no repercuta en la eficiencia de la red. Más adelante nosotros también abordaremos este problema. [14]

Redes ópticas: Manejar el tráfico de datos mediante flujos, permite a las SDN y a OpenFlow en particular, soportar e integrar múltiples tipos de tecnologías de red. De acuerdo con el Optical Transport Working Group (OTWG) creado en 2013 por la Open Network Foundation (ONF), los beneficios de aplicar SDN y el estándar OpenFlow en particular a las redes de transporte ópticas incluyen: mejora el control de red del transporte óptico y la flexibilidad en la administración, permitiendo la implementación de administración de terceros y control de sistemas, e implementando nuevos servicios de virtualización.

Infraestructuras basadas en redes de acceso inalámbricas: Recientemente se está viendo un creciente interés académico y de la industria en para aplicar SDN a las redes móviles. La principal motivación detrás de esto es que SDN puede ayudar a los operadores móviles a simplificar la administración de sus redes y permitir nuevos servicios que soporten el crecimiento exponencial del tráfico previsto para las redes 5G [15].

Seguridad utilizando el paradigma de SDN: La arquitectura SDN puede permitir, facilitar o mejorar las aplicaciones de seguridad relacionados con la red debido a la visión central del controlador de la red y su capacidad para reprogramar el plano de datos en cualquier momento. Mientras que la seguridad de la arquitectura SDN en sí sigue siendo una pregunta abierta. Varios trabajos de investigación sobre SDN ya han investigado las aplicaciones de seguridad integradas en el controlador SDN, con diferentes objetivos en mente. Denegación de Servicio Distribuida (DDoS) detección y mitigación, así como *botnet* y la propagación de gusanos [16].

Análisis de Proyectos Similares

En el proyecto **“Seguridad y rendimiento en redes híbridas SDN”** se hace un análisis de la seguridad pero con escenarios de menos carga de transmisión de datos como pueden ser los escenarios de extremo a extremo como las Video Conferencia para escenarios mixtos en campus Universitarios.

En el siguiente trabajo **“Implementación de Comunicaciones Unificadas en Computación en la Nube y Redes Híbridas”**, se focaliza la red híbrida pensando en múltiples servicios pero en la nube y en la nube privada concluyendo **“Redes como Servicio (NaaS) con Neutrón en Openstack es una solución para la convergencia entre redes tradicionales y redes definidas por software para servicios en la nube (UCaaS)”**. Se realizaron pruebas de los diferentes servicios ofrecidos como telefonía IP, mensajería instantánea, video conferencia, etc. En donde el origen inicia dentro de una red tradicional y su destino era una red SDN, teniendo resultados positivos y alentadores en cuanto a calidad y consumo de ancho banda de los servicios antes mencionados, pero en ningún caso hace mención de la seguridad problema que hoy afecta a este tipo de redes híbridas y de múltiples servicios.

En el siguiente trabajo **“Metodología de detección y mitigación de ataques DDoS en entornos SDN basado en la norma ISO/IEC 27001 para mejorar la seguridad en el plano de control”** se menciona **“El presente trabajo se realizó con el objetivo de desarrollar una Metodología para la implementación de una solución de seguridad relacionada a la detección y mitigación de ataques DDoS en el plano de control de SDN, capaz de ser utilizada como guía para los profesionales de la rama y demás interesados en la seguridad de la información. La metodología se desarrolló en base a la norma ISO 27001 y su alineación con el ciclo PDCA, de donde se tomaron las directrices generales para la realización de cada uno de los subprocesos de la metodología planteada: Identificación de riesgos, Planificación, Selección del mecanismo, Pruebas, Implementación, Monitoreo y Mejora”** [17].

Una parte importante de este trabajo servirá de aporte a nuestro proyecto, la parte de simulación de ataques de DoS y la metodología planteada pero no resuelve el problema que nos planteamos en tener un modelo de seguridad para un controlador SDN en una red híbrida universitaria.

Conclusión

Podemos mencionar que la hipótesis planteada con sus objetivos fueron cumplidos. A pesar de sus especiales características, las redes SDN híbridas poseen diferentes debilidades desde el punto de vista de la seguridad. A lo largo del presente trabajo se pone de manifiesto la relevancia y preocupación actual en este aspecto. Por otro queremos destacar que los temas relacionados a la seguridad y a las redes SDN, que aparecen en la revisión de trabajos similares, son: Denegación de Servicios Distribuida (DDoS), los Controladores SDN, IOT relaciona con SDN, como los nuevos temas motores de trabajos en los últimos años. Motivados por lo anterior, podemos enfatizar la importancia de la propuesta de una ontología y un modelo, que ayudará a la clasificación de soluciones en esta línea y de soluciones de seguridad en redes híbridas SDN por parte de trabajos propuestos.

Trabajos futuros

Se plantea en proyectos futuros, desarrollar el modelo y refinarlo con pruebas en el mismo escenario y con ese modelo construir un algoritmo para realizar una API en distintos lenguajes para diferentes controladores, para luego generalizarlas y que sirva como intermediario para diferentes escenarios de proyectos de redes SDN híbridas mediante controladores SDN.

Referencias

- [1] J. D. R. V. S. M. S. C. L. A. N. F. Miguel Fabricio Bone Andrade. 1, «Aplicaciones de SDN en infraestructura de redes educativas,» *Ciencia Digital (ISSN: 2602-8085j*, vol. 5, nº 1, pp. 219-231, 2021.
- [2] M. Rouse, «Searchsdn Techtargat,» Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://searchsdn.techtargat.com/definition/software-defined-networking-SDN>.
- [3] CCNA, «ccna-certification,» 25 10 2015. [En línea]. Available: <http://www.ccna-certification.info/que-es-el-software-defined-networking-sdn>.
- [4] D. I. P. F. Á. & F. A. R. De la Torre, «Combinación de mecanismos MPLS en una arquitectura SDN.,» *Telemática*, vol. 18, nº 1, pp. 1-10, 2019.
- [5] S. S. Galiano, «ANÁLISIS DE DELTA COMO HERRAMIENTA DE SEGURIDAD EN SDN,» Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Bogotá, 2017.

- [6] Y. D. Herrera, «PROPUESTA DE ARQUITECTURA PARA LA GESTIÓN DE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARES HÍBRIDAS,» Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, 2016.
- [7] C. L. V. MEJIA, «ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN REDES SDN,» UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “, MEDELLIN, ANTIOQUIA, 2018.
- [8] V. S. K. M. & D. P. Deepa, «Detection of DDoS Attack on SDN Control plane using Hybrid Machine Learning Techniques.,» de *Conference on Smart Systems and Inventive Technology*, <https://doi.org/10.1109/ICSSIT.2018.8748836>, 2018.
- [9] R. M. & J. D. Thomas, «DDOS Detection and Denial using Third Party Application in SDN,» de *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, 3892–3897, 2017.
- [10] B. H. & A. N. Lawal, «Real-Time Detection and Mitigation of Distributed Denial of Service (DDoS) Attacks in Software Defined Networking (SDN),» de *26 Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1–4, 2018.
- [11] J. Silva1, «Tecnología de red definida por software para el aprendizaje en grupos de investigación y educación,» de *Revista Innova Educación*, ISSN: 2664-1496 ISSN-L: 2664-1488, 2021.
- [12] B. A. N. M. MM Tajiki, «Reconfiguración óptima de red compatible con QOS en centros de datos en la nube definidos por software,» de *Comput. Neto*, Pag 71-86, 2017.
- [13] b. c. ., B. O. K. P. E. E. ramtin ario Anis Yazidi d, «SDN Spotlight: un marco de resolución de problemas de OpenFlow en tiempo real,» *Elsevier*, vol. 133, nº 133, pp. 364-377, 2022.
- [14] R. J. a. S. Paul, «Network virtualization and software defined networking for cloud computing,» *Communications Magazine, IEEE*, vol. 51, nº 11, pp. 24-31, 2013.
- [15] Z. F. a. R. H. Woon Hau Chin, «Emerging technologies and research challenges for 5g wireless networks,» *Wireless Communications, IEEE*, vol. 51, nº 11, pp. 106-112, 2014.
- [16] R. & W. B. Jin, «Malware detection for mobile devices using software-defined networking,» *Research and Educational Experiment Workshop*, vol. 2, pp. 81-88, 2013.
- [17] J. E. B. Cheza, «“Metodología de detección y mitigación de ataques ddos en entornos sdn basado en la norma iso/iec 27001 para mejorar la seguridad en el plano de control”,» de *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES*, Ibarra, Ecuador, 2021.

Modelo semántico de repositorio de procesos de negocio para la gestión de procesos de negocio colaborativos

Semantic Model of Business Process Repository for Collaborative Business Process Management

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Juan Pablo Ferreyra

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
jferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Marisa Norma Perez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
mperez@sanfrancisco.utn.edu.ar

Claudia Mariela Verino

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
cverino@sanfrancisco.utn.edu.ar

Diego Alejandro Cocconi

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
dcocconi@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

En los contextos actuales, las organizaciones tienden a establecer relaciones de integración, cooperación y colaboración, lo que resulta en nuevas formas de redes colaborativas. La colaboración es posible a través de la ejecución de procesos de negocio colaborativos (CBP, del inglés *Collaborative Business Processes*). La gestión de repositorios de modelos de procesos en colaboraciones interorganizacionales es una funcionalidad básica requerida en redes colaborativas de organizaciones. Si bien existen propuestas que permiten gestionar repositorios de modelos de procesos de negocio, las mismas presentan distintas deficiencias, como la ausencia de soporte para CBP o la imposibilidad de garantizar la interoperabilidad. El problema de reunir sistemas de información heterogéneos y distribuidos se conoce como problema de interoperabilidad. Para garantizar la interoperabilidad en el intercambio de información en una colaboración interorganizacional (heterogénea) es necesario el uso de modelos semánticos basados en ontologías. En el presente proyecto se propone un modelo basado en ontologías y tecnologías semánticas para la gestión de procesos de negocio interorganizacionales, que garantice interoperabilidad.

Palabras clave: gestión de procesos de negocio, procesos de negocio inter- organizacionales, redes colaborativas, repositorios de procesos de negocio, sistemas de información.

Abstract

In current contexts, organizations tend to establish relationships of integration, cooperation and collaboration, resulting in new forms of collaborative networks. Collaboration is made possible through the execution of Collaborative Business Processes (CBP). The management of process model repositories in inter-organizational collaborations is a basic functionality required in collaborative networks of organizations. Although there are proposals that allow managing repositories of business process models, they have different deficiencies, such as the lack of support for CBP or the impossibility of guaranteeing interoperability. The problem of bringing together heterogeneous and distributed information systems is known as the interoperability problem. To guarantee interoperability in the exchange of information in an inter-organizational (heterogeneous) collaboration, the use of semantic models based on ontologies is necessary. In this project, a model based on ontologies and semantic technologies is proposed for the management of inter-organizational business processes, which guarantees interoperability.

Keywords: business process management, inter-organizational business processes, collaborative networks, business process repositories, information systems.

Introducción

En los contextos actuales, las organizaciones tienden a establecer relaciones de integración, cooperación y colaboración, lo que resulta en nuevas formas de redes colaborativas [1] [2][3]. Una red colaborativa consiste en organizaciones autónomas, geográficamente distribuidas y heterogéneas que colaboran para lograr objetivos comunes [4] [3]. La colaboración es posible a través de la ejecución de CBP o coreografías de proceso [5], que abarcan a todas las organizaciones de una cadena de valor colaborativa [6]. Un CBP es un proceso abstracto, no ejecutable directamente [7], que permite definir el comportamiento de las interacciones entre las organizaciones, esto es, cómo coordinan acciones e intercambian documentos de negocio, con el propósito de tomar decisiones en forma conjunta para alcanzar metas comunes [8] [9].

Para implementar y ejecutar un proceso colaborativo en forma descentralizada, se requiere que cada organización defina y gestione sus procesos de negocio internos, denominados procesos de interfaz (públicos) y procesos de integración (privados) [10]. Un proceso de interfaz define el comportamiento público y externamente visible de una organización, el cual es expresado en términos de las actividades que soportan el envío y la recepción de mensajes con otras organizaciones [10]. Un proceso de integración [11], también llamado proceso de orquestación [9] o proceso público [5], define y combina el comportamiento y las actividades públicas (derivadas de un proceso de interfaz) con las actividades privadas que una organización debe ejecutar para dar soporte al rol que ésta desempeña en un proceso colaborativo. Un proceso de integración incorpora las actividades privadas, que permiten generar y procesar la información intercambiada entre las organizaciones, realizar la transformación de datos e invocar a sistemas de información internos [10].

La gestión de repositorios de modelos de procesos en colaboraciones interorganizacionales es una funcionalidad básica requerida en redes colaborativas de organizaciones [10]. Un repositorio es una base de datos compartida con información sobre artefactos creados o utilizados por una organización [12]. Un repositorio de modelos de procesos de negocio es un repositorio especializado, específico para almacenar y administrar modelos de procesos de negocio [12]. En este tipo de repositorios surgen problemas típicos, como ser, la capacidad de encontrar un proceso particular en una colección, administrar diferentes versiones de los procesos y mantener la coherencia cuando varias personas editan el mismo proceso al mismo tiempo [12]. La disponibilidad de una gran colección de procesos abre nuevas posibilidades, como: extraer el conocimiento sobre las operaciones de la organización de la colección o reutilizar fragmentos de procesos (mejores prácticas) de la colección para diseñar nuevos procesos [12].

El repositorio global permite almacenar información de la red colaborativa (entidad Collaborative Network) que está integrada por organizaciones (entidad Organization), y existen usuarios que pertenecen a estas organizaciones y están registrados en el repositorio (entidad User), la red colaborativa puede contener catálogos de modelos de procesos colaborativos (entidad CBP Model Catalog) que contiene modelos de referencia (entidad Reference CBP). Una colaboración (entidad Cross-organizational Collaboration) pertenece a una red colaborativa, dicha colaboración está definida por un acuerdo colaborativo (entidad Collaborative Agreement) en el que cada organización desempeña un rol (entidad Organization Rol). En el acuerdo está formado por objetivos de negocio tanto cualitativos como cuantitativos que se pretenden cumplir en la colaboración (entidades Business Goal, Quantitative Goal y Qualitative Goal). Por medio de procesos de negocio colaborativos (entidad Collaborative Business Process) se define el comportamiento de la colaboración, estos procesos de negocio pueden contener diferentes tipos de documento de negocio (entidad Document Type) que son intercambiados entre las organizaciones. El soporte para versionado de modelos de procesos de negocio permite rastrear los cambios producto de la evolución de los modelos de proceso de negocio durante la colaboración (entidad CPB Model Version). Además, un proceso de negocio colaborativo tiene asociado procesos de interfaz (entidad Interface Business Process), de los que es posible llevar un versionado de los diferentes modelos. Por otro lado, los repositorios locales privados de cada organización ofrecen soporte para la gestión de modelos de procesos de integración. El repositorio local de una organización tiene información replicada del repositorio global sobre las redes colaborativas y las colaboraciones en las que interviene la organización desempeñando un rol, y los procesos de negocio colaborativos en los que participa (entidad Collaborative Business Process).

Luego del análisis de las entidades detalladas anteriormente se toman los términos importantes del dominio y se genera una lista de clases y jerarquía para la ontología propuesta. La ontología propuesta ha sido desarrollada en el lenguaje OWL por medio del software para modelado de ontología Protégé. Mediante la definición de axiomas, es posible hacer declaraciones sobre las entidades, por ejemplo, la jerarquía de herencia de una clase o la definición de un concepto del dominio que se está representando. La ontología fue realizada en forma manual considerando tanto el repositorio global como del repositorio local, reuniendo las entidades de ambos repositorios en una única ontología, como se puede observar en la Figura 3. Por otro lado, en la figura 4 se puede observar una representación visual de la ontología.

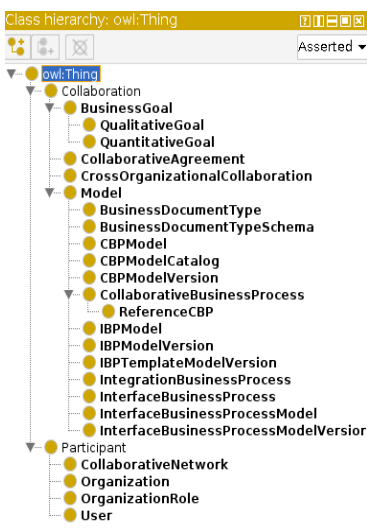


Figura 3: estructura de la ontología propuesta

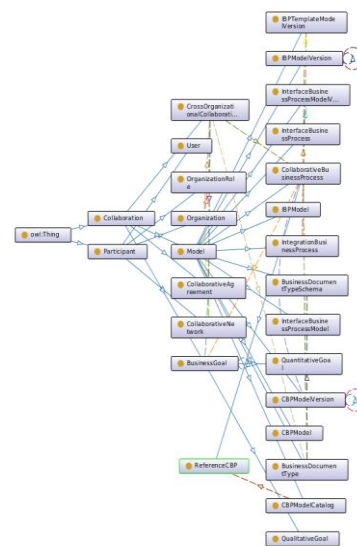


Figura 4: representación visual de la ontología

Un punto a considerar son las restricciones que deben ser incorporadas al modelo, mediante la definición de propiedades de objeto se crean relaciones que restringen el modelo, por otro lado, se definieron propiedades de

objeto del tipo reflexivas. A partir de la definición de las propiedades de objetos es posible definir axiomas, por ejemplo, en la ontología se ha definido que una colaboración es satisfactoria si el acuerdo de colaboración está formado por objetivos cuantitativos con una valoración mayor o igual a 7. El conjunto de axiomas definidos permitirá validar la ontología una vez que se cargan las instancias.

A partir de las preguntas de competencia iniciales se puede determinar que el modelo permite responder a consultas para lograr un entendimiento del dominio. Las preguntas de competencia hacen referencia a aquellos interrogantes que los interesados esperan que el modelo pueda responder, para obtener conocimiento del dominio bajo estudio. Estas son algunas de las preguntas de competencia que se intenta responder mediante la ontología.

- ¿Qué rol cumple una organización en una colaboración?
- ¿Cuántas colaboraciones existen en una red colaborativa?
- ¿Cuáles son los objetivos de negocio que debe cumplir un acuerdo colaborativo?
- ¿Cuáles son los documentos de negocio que intervienen en una colaboración?
- ¿Cuál es la versión actual del modelo de proceso de negocio de una colaboración?
- ¿Qué modelo de referencia una CBP se emplea en una colaboración entre organizaciones?

Para extraer conocimiento de la ontología se utilizó el lenguaje estándar de consultas SPARQL integrado a Protégé siguiendo la siguiente estructura de consulta:

```
SELECT ? subject ?predicate ?object WHERE { ?subject ?predicate ?object }
```

El siguiente ejemplo muestra cómo se puede obtener conocimiento desde la ontología acerca de cuál es la organización que desempeña un rol en particular en la colaboración.

Pregunta: ¿Qué organizaciones desempeña el rol "supplierOrg"?

```
SELECT ? Org WHERE { ?Org repo:performs ?OrganizationRole  
? OrganizationRole repo:nameRoleOrg ?nameRole FILTER regex(?nameRole, "supplierOrg", "i") }
```

Conclusiones

Luego del trabajo realizado se obtuvo una primera versión de la ontología para el repositorio distribuido de modelos de procesos de negocio colaborativos que permite garantizar interoperabilidad, el proceso de desarrollo de la ontología es iterativo por lo que entendemos que debe seguir evolucionando para obtener una valoración por parte de los interesados, en el grado de avance actual del proyecto se realizó la verificación y validación, esto es, determinar si la ontología está correctamente construida, si se implementaron correctamente los requerimientos de la ontología y si la ontología realmente modela el mundo o dominio para el cual fue creada. Para ello se realizaron dos actividades, por un lado, se definieron un conjunto inicial de preguntas de competencia que la ontología debería responder, por otro lado, en base a la carga de instancias, mediante el uso del razonador (Pellet), se realizó una validación de conceptos. A partir de las preguntas de competencia iniciales se puede determinar que el modelo permite responder a consultas para lograr un entendimiento del dominio. Las preguntas de competencia hacen referencia a aquellos interrogantes que los interesados esperan que el modelo pueda responder, para obtener conocimiento del dominio bajo estudio. Como trabajo futuro se pretende seguir evolucionando la ontología para ofrecer una solución que por medio de búsquedas enriquecidas permita el descubrimiento de procesos, en base a las necesidades de la colaboración (mejores prácticas).

Referencias

- [1] Chituc, C. M., Azevedo, A., & Toscano, C. (2009). "A framework proposal for seamless interoperability in a collaborative networked environment". *Computers in industry*, 60(5), pp.317-338.
- [2] Cocconi, D., Roa, J., Villarreal, P. (2018, Agosto). "A Platform Based on Cloud Computing for Executing Collaborative Business Processes". *CLEI Electronic Journal*, Vol. 21 No. 2, Paper 6, pp 6:1-6:26. ISSN: 0717-5000. DOI: 10.19153/cleiej.21.2 (<https://doi.org/10.19153/cleiej.21.2>).
- [3] Cocconi, D., Pérez, M., Ferreyra, J. P., Verino, C., 2020, "Propuesta de un framework para la comparación de diferentes lenguajes de modelado gráficos de procesos de negocio en términos de la representación de procesos inter-organizacionales". CONAIS 2020, San Francisco (Cba), Argentina.
- [4] Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H., Galeano, N., & Molina, A. (2009). "Collaborative networked organizations–Concepts and practice in manufacturing enterprises", *Computers & Industrial Engineering*, 57(1), 46-60.
- [5] P. D. Villarreal, E. Salomone y O. Chiotti, "A MDA-based development process for collaborative business processes," *Milestones, Models and Mappings for Model-Driven Architecture*, vol. 17, 2006.
- [6] Weske M., *Business process management: concepts, languages, architectures*, 2da ed., Springer Publishing Company, Incorporated, 2012.
- [7] Object Management Group (OMG), "Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0. Specification "formal/2011-01-03". Technical Report.," 2011. [En línea]. Available: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>.
- [8] Lazarte, I., Thom, L., lochpe, C., Chiotti, Villarreal. "A Distributed Repository for Managing Business Process Models in Cross-Organizational Collaborations. *Computers in Industry*", 64 (3), Elsevier, 2013.
- [9] Andres, B., Macedo, P., Camarinha-Matos, L. M., & Poler, R. (2014, October). "Achieving coherence between strategies and value systems in collaborative networks". In *Working Conference on Virtual Enterprises* (pp. 261-272). Springer Berlin Heidelberg.
- [10] Yan Z., Dijkman R., Grefen P., "Business process model repositories - Framework and survey", *Information and Software Technology*, Vol. 54, Issue 4, April 2012, Pages 380-395.
- [11] Moghadam N Paik H, "Towards a Common Understanding of Business Process Instance Data", *Conference: 4th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development*, IEEE, January 2016, DOI:10.5220/0005678401930200.
- [12] Wache, H. & Vögele, T. & Visser, U. & Stuckenschmidt, H. & Schuster, G. & Neumann, H & Hübner, S., "Ontology-based integration of information - A survey of existing approaches", 2001
- [13] Rico, M.G., "Soporte para enriquecer la representación de entidades en una ontología." Tesis Doctoral. Santa Fe: UTN - FRSF, 2011.
- [14] Lazarte, I.M. "Diseño y Gestión de Modelos de Procesos de Negocio en Colaboraciones Interorganizacionales". Tesis Doctorado en Ing. en Sistemas de Información (CONEAU A) UTN-FRSF.
- [15] Singer, R., "Agent-Based Business Process Modeling and Execution: Steps Towards a Compiler-Virtual Machine Architecture", *Conference: S-BPM ONE 2016At: Erlangen, Germany*, 2016.
- [16] Breitman, K.K., Casanova, M.A., Truszkowski, W., "Methods for Ontology Development. In: *Semantic Web: Concepts, Technologies and Applications*". NASA Monographs in Systems and Software Engineering. Springer, London, 2007, Chapter 8, pp. 155-173, ISBN: 978-1-84628-581-3.
- [17] Noy, N., Mcguinness, D., "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology". *Knowledge Systems Laboratory*. 32, 2001.

Modelos Conceptuales de Procesos de Negocio: Un Método de Evaluación Basado en Lógicas con Impacto en los Procesos Organizacionales

Conceptual Models of Business Processes: An Evaluation Method Based on Logics with Impact on Organizational Processes

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Carlos Salgado

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
mperalta@unsl.edu.ar

Daniel Riesco

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
driesco@unsl.edu.ar

Lorena Baigorria

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
flbaigor@unsl.edu.ar

Germán Montejano,

Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
gmonte@unsl.edu.ar

Resumen

Los complejos problemas empresariales, caracterizados por la presencia de conflictos de valores, requieren la inclusión de algún tipo de proceso de toma de decisiones para tratar las múltiples y frecuentes perspectivas opuestas en los distintos modelos de procesos de negocio. El modelado de procesos de negocio presenta una visión global de la organización que permite entender mejor la dinámica de la empresa y las relaciones que se dan en su interior y con su entorno. El modelado del negocio es la técnica por excelencia para alinear los desarrollos con las metas y objetivos de las organizaciones. Los modelos cumplen un rol fundamental en la especificación de los Procesos de Negocio (PN). Por ello, es de vital importancia la calidad de los mismos para que ayuden a mejorar el desempeño y evolución de la organización. Acorde a ello, se propone un método, basado en Lógicas, para evaluar modelos conceptuales de PN. El método propuesto permite que un grupo de evaluadores emita su opinión de forma independiente con términos lingüísticos comprensibles para cada usuario/actor que interviene en el proceso de evaluación/toma de decisiones o con un valor numérico exacto de acuerdo a la necesidad de precisión que se desee. Ello posibilita la interacción de forma más comprensible entre los distintos miembros que intervienen en el modelado de los PN.

Palabras clave: Toma de decisiones, Lógica, Procesos de Negocio, Modelado de Procesos de Negocio, Modelos Conceptuales.

Abstract

Complex business problems, characterized by the presence of value conflicts, require the inclusion of some type of decision-making process to deal with the multiple and frequent opposing perspectives in the different business process models. Business process modeling presents a global vision of the organization that allows a better understanding of the dynamics of the company and the relationships that exist within it and with its environment. Business modeling is the technique par excellence to align developments with the goals and objectives of organizations. Models play a fundamental role in the specification of Business Processes (BP). Therefore, their quality is of vital importance so that they help improve the performance and evolution of the organization. Accordingly, a method, based on Logics, is proposed to evaluate conceptual models of PN. The proposed method allows a group of evaluators to issue their opinion independently with understandable linguistic terms for each user/actor involved in the evaluation/decision-making process, or with an exact numerical value according to the need for precision. This enables the interaction in a more understandable way between the different members that intervene in the modeling of the BP.

Keywords: Decision making, Logic, Business Processes, Business Process Modeling, Conceptual Models.

Introducción

El desarrollo de modelos de PN constituye una de las tareas claves en las primeras etapas del ciclo de vida de los PN. Los modelos son utilizados como medios para que los participantes puedan entender fácilmente los procesos que representan. Además, son empleados como punto de partida a la hora de realizar cambios y adaptaciones de los PN a las nuevas necesidades de las empresas. Por ello, es un factor primordial que estos modelos sean de alta calidad.

Al hablar de calidad en el modelado conceptual, se debe distinguir entre la calidad del producto y la calidad del proceso (Piattini, Garcia Rubio et al. 2007). Moody en (Moody 2005), establece que es fundamental que toda propuesta de evaluación adhiera a estándares aceptados y aplicados y propone que deberían ser consistente con las normas de calidad ISO 9000 (ISO 2000), e ISO/IEC 9126 (ISO/IEC 2001), ya que un modelo conceptual es un tipo particular de producto. En este trabajo se consideró la norma actual de producto de software: ISO 25000 (ISO/IEC 2014). En base a ella, se tuvieron en cuenta las características externas, principalmente la entendibilidad, la mantenibilidad y la modificabilidad de los modelos, e internas, principalmente acoplamiento, cohesión y tamaño de los modelos.

La complejidad de un modelo conceptual puede estar influenciada por los elementos que lo componen (tareas, subprocesos, participantes, eventos, etc.). Por lo tanto, no es aconsejable definir una medida general para su complejidad (Fenton 1994). Rolón en (Rolon, Ruiz et al. 2005) propone un conjunto de medidas para la calidad de modelos conceptuales de PN desarrollados en BPMN. Estas medidas se basan en la propuesta de García Rubio de medidas para la calidad de proceso software (García Rubio 2004). Desde este punto de vista, tener métodos que permitan medir la calidad de dichos modelos será de gran ayuda en cuanto a la administración, difusión y mantenimiento de los PN que ellos representan. Desde este punto de vista, el proceso de evaluación de requerimientos de calidad de los modelos conceptuales de PN es de suma importancia. Por lo tanto, será de gran utilidad contar con un método cuantitativo para la evaluación y comparación de las características deseables de todo modelo que se apoye en los principios y prácticas de la ingeniería de software. En este sentido, en (Debnath, Salgado et al. 2012), presentamos un método para la evaluación de modelos de PN sin importar su representación. El método propuesto en (Debnath, Salgado et al. 2012) permite evaluar las principales características de calidad que se considera que todo modelo de PN debe satisfacer. Sin embargo, y como argumentan Huang y Wu en (Huang and Wu 2005), “la condición difusa de los pensamientos humanos puede ejercer cierta influencia en la respuesta de los expertos sobre sus preferencias con respecto a los factores, criterios y alternativas, y de sus cálculos y juicios subjetivos”. Respecto del modelado de PN, esta condición difusa del pensamiento

humano, ejerce una influencia muy importante en cuanto a la percepción de las reglas del negocio, y por ende en la definición y construcción de los modelos que representan dichas reglas. Desde este punto de vista, el método no permite evaluar con certeza estas características difusas del razonamiento que pueden llevar a ambigüedades en los modelos.

Muchos problemas de decisión se sitúan en un entorno complejo e implican sistemas contradictorios de criterios, incertidumbre e información imprecisa. Se han propuesto numerosos métodos para resolver problemas de criterios cuando la información disponible es precisa. Sin embargo, la incertidumbre inherente de la información y su estructura hace que el modelo matemático riguroso muchas veces resulte inadecuado para resolver problemas multi-criterios con información imprecisa (Bellman and Zadeh 1970; Zadeh 1975; Zimmermann 1991.; Wang and Triantaphyllou 2008).

La utilización de la lógica difusa (LD) en la evaluación de los modelos de PN, permite evaluarlos considerando dicha condición difusa, lo que dará una mejor valoración de la calidad de los modelos, y su aproximación a la realidad que representan.

Métodos de Evaluación Propuestos

En base a lo expresado previamente, en esta línea de investigación se trabaja en el estudio, definición y uso de distintos métodos de evaluación para diversos sistemas del mundo real. En particular, se propone un método para evaluar modelos conceptuales de PN basado en lógicas. El objetivo es brindar un medio que ayude en la toma de decisión a la hora de evaluar la calidad de los modelos de PN.

Así, el método propuesto es un medio/herramienta que permite realizar el estudio y análisis de los modelos de los procesos de negocio de una institución y/u organización. Este método está dividido en tres etapas. Cada una de las cuales se complementa o colabora con la anterior. Estas etapas se resumen como:

- 1) Aplicar el Analizador sintáctico al modelo, para determinar la corrección sintáctico del mismo.
- 2) Seleccionar el método de evaluación, según la realidad o las necesidades a evaluar:
 - a. Método basado en operadores de lógica continua, o
 - b. Método basado en lógica difusa.
- 3) Aplicar el método seleccionado.

En base a lo expresado, los métodos de evaluación propuestos en la etapa dos, proponen fases bien diferenciadas, comenzando con el establecimiento de los requerimientos de calidad a evaluar. Para hacer este estudio se tienen en cuenta las buenas prácticas de modelado de PN. Las buenas prácticas consideradas para el trabajo son tan amplias para modelado independiente del lenguaje, como también específicas a un lenguaje como BPMN. En base a las buenas prácticas que surgen de estudios científicos, expertos del dominio y personal técnico de las organizaciones, se definen funciones de pertenencia y/o criterios elementales que permitirán tomar decisiones en cuanto a la entendibilidad y mantenibilidad de los modelos de PN.

Para cada una de las variables que se desean estudiar en los modelos se define una función de pertenencia. Para definir dichas funciones se tuvo en cuenta que existen buenas prácticas generales que trascienden los lenguajes en las que sean aplicadas y que tienden a mejorar la comprensión de los modelos, así como a reducir los errores que se deriven del modelado. Por ejemplo, *7PMG: Seven Process Modeling Guidelines* (Mendling, Reijers et al. 2010), son guías de modelado definidas a partir de evidencia empírica en el modelado de procesos.

Respecto de la motivación del método que trabaja con los operadores de la lógica continua surge de la necesidad de las organizaciones de tener un medio que les permita representar sus PN de una manera eficiente y que, además, les permita comunicarse e interactuar con otros procesos, ya sean propios o de otras organizaciones con las que podría

interactuar. El objetivo del método es proveer un medio que ayude a los diseñadores, analistas y desarrolladores que intervienen en la definición y el modelado de los PN de una organización, a obtener modelos de procesos de calidad.

A lo largo de las fases del método, se determinan, agrupan y analizan las características más relevantes y frecuentes que deberían satisfacer los modelos conceptuales de PN. Dichas características son plasmadas sobre una estructura que permitirá estudiar el grado en que los modelos las satisfacen. Para ello, se definen los criterios elementales que servirán como medidas del grado de satisfacción de las características individuales por parte de los modelos evaluados. Para la obtención de la evaluación global, se combinan dichos criterios elementales hasta obtener un indicador único de la satisfacción global de las características elementales para, finalmente, llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos y delinear las conclusiones correspondientes.

El uso de estándares como BPMN proporciona a las organizaciones la capacidad de comprender y comunicar sus PN internos de manera estándar en una notación gráfica. Sin embargo, el uso de dichos estándares, no garantiza que los procesos se modelen de forma clara y eficaz. La forma en que los modeladores interpretan las condiciones de negocio y cómo definen su estructura, es crucial para asegurar que se entienden correctamente. Como se mencionó previamente, la condición difusa del pensamiento humano, influye fuertemente en la percepción de las reglas del negocio, y la definición y construcción de los modelos que representan dichas reglas.

Por ello, en aquellas situaciones en las que esta percepción no sea clara, se debe optar por el método basado en la lógica difusa a la hora de realizar la evaluación. Así, basados en las guías y buenas prácticas, se definen las reglas borrosas que especifican el vínculo entre las variables de entrada y salida del sistema.

Las operaciones básicas realizadas con conjuntos difusos se llevan a cabo mediante la aplicación de algún operador binario clasificado como T-normas (para operaciones de intersección) o S-normas (para operaciones de unión) (Trillas 1980; Kaufmann and Gil Aluja 1990; Jang, Mizutani et al. 1997; Kasabov 1998; Kulkarni 2001). En esta etapa se obtiene un valor nítido o concreto a partir del conjunto difuso de salida, el cual proporciona la solución del sistema planteado. En la fase final del método, se debe realizar un análisis y comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de los modelos respecto de las preferencias de los usuarios, obtenidas en la aplicación del método. Además, se debe documentar el proceso de evaluación y los resultados obtenidos, de manera que dicha documentación sirva como referencia e historial de la evolución de los modelos de proceso de negocio estudiados en futuras evaluaciones de dichos modelos. Esta documentación puede servir como punto de referencia y comparación a la hora de evaluar nuevos modelos y procesos de negocio. Esta fase trata con actividades de análisis y comparación de las preferencias de calidad y los resultados obtenidos. A partir de las metas establecidas y el punto de vista de los interesados en los modelos y procesos de negocio a evaluar, esta etapa culmina con las conclusiones y recomendaciones del caso.

En ambos métodos, la etapa de análisis es una de las actividades más relevantes. Por ello, es de suma utilidad tener la información recopilada durante la aplicación del método volcada en estructuras y representaciones que sean claras de leer e interpretar. Desde esta perspectiva, se propone un formulario tipo que debería llenarse una vez realizada la evaluación de los modelos. Dicho formulario permite, entre otras cosas, tener presente qué funciones de pertenencia o criterios de decisión se utilizaron; si fueron definidas por el grupo evaluador o si se utilizaron otras definidas y almacenadas en un repositorio previamente. Además, se registran datos de los modelos, de los evaluadores, y si existen evaluaciones previas se incluye una referencia a ellas.

Para la validación del método propuesto, se lo aplicó para el análisis de los PN de una empresa del medio y los modelos que representan dichos procesos. El objetivo principal de dicho estudio es mejorar los modelos, y por ende los procesos que representan, respecto de la entendibilidad y mantenibilidad de los mismos. En particular, se aplicó al proceso de compra y pago.

En trabajos anteriores se aplicó el Método que utiliza la Lógica de operadores continuos en este análisis (Debnath, Salgado et al. 2012). Para tener una validación del Método, que aplica Lógica Difusa para la definición de los criterios de evaluación se procedió a comparar los resultados de aplicar ambos métodos a la misma realidad. Los distintos actores como analistas, diseñadores, personal de SQA, entre otros, sirvieron de medida para evaluar la comprensibilidad de los resultados obtenidos de la aplicación de ambos métodos. Se comenzó por el proceso de compra y ventas de la empresa. Luego se realizó una comparación de los resultados.

Como resultado de este experimento, se puede observar que ambos métodos permiten enfrentar el mismo problema desde dos enfoques diferentes. Esta aproximación refleja que el personal con formación técnica tiene su preferencia en lo numérico. Es decir, aseguran que les permite acercarse de una manera más exacta y precisa a los resultados para una posterior toma de decisión. Mientras que los administrativos y personas con formación no tan relacionadas con las ciencias duras se encuentran más cercanos a las expresiones lingüísticas similares al lenguaje cotidiano.

Conclusiones

El mejoramiento continuo es una herramienta fundamental para todas las empresas porque les permite renovar o mejorar sus PN. Esto implica una constante actualización que hace a las organizaciones más eficientes y competitivas. El modelado de PN es la base para comprender mejor la operación de una organización, documentar y publicar los procesos buscando una estandarización en la organización, alcanzar mayor eficiencia en la operación e integrar soluciones en arquitecturas orientadas a servicios. Estas características le dan a la organización una herramienta de gran valor para mantenerse en un nivel competitivo. En este aspecto, los modelos de PN son fundamentales a la hora de analizar la corrección y calidad de los procesos que ellos modelan.

Desde este punto de vista, se utilizaron dos métodos para la medición de la calidad de los modelos. El primero de los métodos se definió en función de las necesidades de las empresas, de la opinión de expertos en el dominio y del estudio de la literatura. El objetivo del método es brindar a las organizaciones un medio que les ayude a mantener información objetiva acerca de la mantenibilidad de los modelos. Esto, facilitó la evolución de los PNs de las empresas que evalúan constantemente sus procesos al estar involucradas en una mejora continua. Además, proporciona soporte a la gestión de PNs al facilitar la evaluación temprana de ciertas propiedades de calidad de sus modelos. Con ello, las organizaciones se ven beneficiadas de dos maneras: (i) garantizando el entendimiento y la difusión de los PN y su evolución sin afectar su ejecución; (ii) reduciendo el esfuerzo necesario para cambiar los modelos con la consecuente reducción de los esfuerzos de mantenimiento y mejora. Sin embargo, al desarrollar modelos de PN, muchas veces la información acerca de las reglas de negocio que se deben representar y modelar, suele ser imprecisas o insuficientes, lo que lleva a modelos impreciso. Desde esta perspectiva, la lógica difusa provee mecanismos para analizar y simular el razonamiento humano. Por ello, el uso de la lógica difusa en la evaluación de modelos de PN, permitió, a través de los mecanismos que provee dicha lógica, evaluar aquellas situaciones imprecisas, e incluso ambiguas, producidas en la construcción de los dichos modelos. Además, el uso de la Lógica difusa en estas etapas de mantenimiento y adaptación de los modelos, y por ende de los procesos que representan, permitirá controlar y corregir situaciones de ambigüedad en las nuevas reglas de negocio.

En base a ello, podemos concluir que ambos métodos aportan resultados importantes a distintas áreas del negocio, por lo que es interesante la aplicación de ambos, dependiendo de la perspectiva del negocio que se quiera analizar. En ese marco de trabajo se analizaron los resultados de las evaluaciones que se llevaron a cabo a través de los dos métodos. Intentando posicionar a cualquiera de ellos en base a la opinión y experiencia de los distintos actores intervinientes en el proceso de modelado. Arribando a la conclusión que dependiendo del background de conocimiento de cada uno de los actores, se inclinaban por uno u otro método. Aduciendo que en su opinión los dos métodos cumplían su propósito

desde distintas perspectivas, ya que atacaron al problema de forma satisfactoria. La claridad de las evaluaciones estaba sujeta a la formación y experiencia de cada individuo.

Referencias

- Bellman, R. and L. Zadeh (1970). "Decision making in a fuzzy environment." *Management Science*: 17B(14):141–164. .
- Debnath, N., C. Salgado, et al. (2012). MEBPCM: A Method for Evaluating Business Process Conceptual Models. A Study Case. Ninth International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG). Las Vegas, Nevada, USA.
- Fenton (1994). "Software Measurement: A Necessary Scientific Basis." *IEEE Transactions on Software Engineering*. 20(3): 199-206.
- García Rubio, F. Ó. (2004). FMESP: Marco de Trabajo Integrado para el Modelado y la Medición de los Procesos Software. Departamento de Informática. Ciudad Real. España, U.C.L.M. Universidad de Castilla La Mancha. España: 491.
- Huang, L.-C. and R. Y.-H. Wu (2005). "Applying fuzzy analytic hierarchy process in the managerial talent assessment model – an empirical study in Taiwan’s semiconductor industry." *International Journal of technology Management*. 30:.
- ISO (2000). "ISO Standard 9000-2000: Quality Management Systems: Fundamentals and Vocabulary, International Standards Organisation (ISO).".
- ISO/IEC (2001). "ISO/IEC Standard 9126: Software Product Quality, International Standards Organisation (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC)."
- ISO/IEC (2014). ISO/IEC 25000. "SQuaRE - System and Software Quality Requirements and Evaluation". <http://iso25000.com>.
- Jang, J., E. Mizutani, et al. (1997). "Neuro-fuzzy and soft computing: A computational approach to learning and machine intelligence." New York: Prentice Hall.
- Kasabov, N. (1998). "Foundations of neural networks, fuzzy systems and knowledge engineering." Cambridge: The MIT Press.
- Kaufmann, A. and J. Gil Aluja (1990). "Las matemáticas del azar y la incertidumbre: elementos básicos para su aplicación en economía." Madrid: Ramón Areces.
- Kulkarni, A. (2001). "Computer vision and fuzzyneural systems." New York: Prentice Hall.
- Mending, J., H. Reijers, et al. (2010). "Seven Process Modeling Guidelines." *Information & Software Technology* 52(2).
- Moody, D. (2005). "Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions." *Data & Knowledge Engineering*. Elsevier B.V.: 243–276.
- Piattini, M., F. Ó. Garcia Rubio, et al. (2007). *Calidad de Sistemas Informáticos, Alfaomega-RA-MA*.
- Rolon, E., F. Ruiz, et al. (2005). "Aplicación de Métricas Software en la Evaluación de Modelos de Procesos de Negocio." *Revista Electrónica de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación*.
- Trillas, E. (1980). "Conjuntos Borrosos." Madrid: Vicens Vives.
- Wang, X. and E. Triantaphyllou (2008). "Ranking irregularities when evaluating alter- natives by using some ELECTRE methods." *Omega*: 36:45–63.
- Zadeh, L. A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning." *Information Sciences*: 199–249(I), 301–357(II). .
- Zimmermann, H. (1991.). "Fuzzy set theory and its applications." 2nd Edition. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Mejora de la calidad en el desarrollo del software público: una contribución desde ISO/IEC 25000

Quality Improvement in Public Software Development: A Contribution from ISO/IEC 25000

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Javier Saldarini

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
saldarinijavier@gmail.com

Claudio Carrizo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
cjcarrizo77@gmail.com

Juan P. Mansilla

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
juampimansilla17@gmail.com

Franco Gilli

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
francogilli10@gmail.com

Gastón Ferreyra

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
gastonferreyra49@gmail.com

Carlos Salgado

Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales
csalgado@unsl.edu.ar

Resumen

El desarrollo del Software Público hace referencia a aquella solución tecnológica de software desarrollada, usada, modificada y distribuida, la cual permite facilitar el cumplimiento de objetivos gubernamentales y sociales, por el Estado, y para el Estado.

Para el desarrollo del mencionado Software Público existen distintos instrumentos que asisten a los Organismos pertenecientes a la Administración Pública Nacional para el desarrollo y mantenimiento de software, uno de ellos, es el Código de Buenas Prácticas en el desarrollo de software público, el cual consiste en una guía técnica para el desarrollo sustentable de software en la Administración Pública. Esta guía fue publicada en abril del año 2019.

Visto el marco descripto anteriormente, es que, este trabajo realiza una primera aproximación con el fin de aportar a la mejora en el desarrollo del Software Público, desde la perspectiva de la calidad de productos software y tomando como marco de referencia lo establecido en la Familia de Normas ISO/IEC 25000.

Palabras clave: Desarrollo de Software. Calidad de Software. Administración Pública

Abstract

The development of Public Software refers to that technological software solution developed, used, modified and distributed, which facilitates the fulfillment of governmental and social objectives, by the State, and for the State.

For the development of the aforementioned Public Software there are different instruments that assist the Organizations belonging to the National Public Administration for the development and maintenance of software, one of them is the Code of Good Practices in the development of public software, which consists of a technical guide for the sustainable development of software in Public Administration. This guide was published in April 2019.

Given the framework described above, this work makes a first approximation in order to contribute to the improvement in the development of Public Software, from the perspective of the quality of software products and taking as a reference framework what is established in the Family of ISO/IEC 25000 Standards

Keywords: Software development. Software Quality. Public administration

Introducción

El contexto actual en cuanto al desarrollo de software en la Administración Pública, de cualquier nivel (municipal, provincial o nacional), es heterogéneo y diverso. Existen casos de dependencias que homogeneizan sus sistemas, compartiendo datos, información, e incluso sistemas. En este caso, se suelen contar con divisiones informáticas que realizan desarrollos propios (Fantin, Salerno, & Ordínez, 2016).

Por su parte el Estado Argentino, a través del Plan de Modernización del Estado (Ministerio de Modernización, 2016), promueve distintos tipos de iniciativa para lograr la modernización de la gestión estatal con el objetivo de mejorar los servicios al ciudadano. En este contexto, el software es una de las herramientas clave para lograr los objetivos establecidos en el mencionado Plan.

Dado este contexto, se puede observar que, para todas aquellas reparticiones pertenecientes a la Administración Pública, que estén llevando a cabo el proceso de desarrollo de software, y quieran materializar esas iniciativas, existe un canal operativo y de soporte denominado Oficina Nacional de Tecnologías de Información (ONTI) (OFICINA NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN, 2019).

Específicamente dentro de la estructura de la mencionada Oficina, existe el Equipo de Software Público, cuya misión es promover y facilitar el desarrollo del Software Público; este último término hace referencia a aquella solución tecnológica de software desarrollada, usada, modificada y distribuida, la cual permite facilitar el cumplimiento de objetivos gubernamentales y sociales, por el Estado, y para el Estado.

Dentro de este marco operativo existen distintos instrumentos que asisten a los Organismos para el desarrollo y mantenimiento de software, uno de ellos, es el Código de Buenas Prácticas en el desarrollo de software público (CBPSP) (ONTI, 2019), el cual proporciona una guía técnica para el desarrollo sustentable de software en la Administración Pública; esta guía fue publicada en abril del año 2019.

En (GARZÁS, y otros, 2014) se menciona que tanto las empresas, como las administraciones públicas, son grandes consumidores de software, tanto del hecho a medida como de productos comerciales. Por lo tanto, la calidad del software debe ser un aspecto relevante para todas ellas.

Cuando hablamos de calidad del software se puede observar en la bibliografía que la misma puede ser abordada desde distintos enfoques, éstos pueden ser: calidad a nivel proceso, calidad a nivel de producto y calidad en uso. Para cada uno de estos enfoques, existen distintos tipos de modelos de calidad de software, lo cuales pueden aplicarse de acuerdo a lo descripto en (Villalta & Carvallo, 2015).

Visto el marco descripto anteriormente, es que, el presente trabajo tiene como principal objetivo, el de detectar cuáles serían los principales aportes que desde la perspectiva de la calidad de productos software y, tomando como

marco de referencia lo establecido en la Familia de Normas ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), se puedan realizar con el fin de realizar contribuciones para la mejora de la calidad del desarrollo del Software Público.

Familia de Normas ISO/IEC 25000

En esta sección se presenta un desglose general de las divisiones y normas que forman parte de la familia de ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), a este conjunto relacionado de normas se las conoce como SQuaRE (del inglés, Systems and software Quality Requirements and Evaluation), la misma es una serie organizada lógicamente, enriquecida y unificada, la cual permite cubrir dos procesos principales:

1-Especificación de requerimientos de la calidad de software.

2-Evaluación de la calidad del software, apoyados por un proceso de medición de la calidad de software.

El propósito de SQuaRE consiste en servir de ayuda al desarrollo y adquisición del producto de software, a través de la especificación y evaluación de requerimientos de calidad. Establece criterios para la especificación de requerimientos de la calidad del producto de software, su medición y evaluación. Además, incluye un modelo de la calidad que permite alinear las definiciones de la calidad del cliente, con atributos del proceso de desarrollo.

La serie proporciona también un conjunto de medidas recomendadas para los atributos de calidad del producto de software, las cuales pueden ser utilizadas por desarrolladores, adquirientes y evaluadores (ISO/IEC 25010:2011, 2011).

A continuación, se realiza una breve descripción acerca del conjunto de normas que integran la SQuaRE.

- **ISO/IEC 2501n:** División del Modelo de la Calidad: en esta división se presentan los modelos detallados de calidad para sistemas y productos de software, calidad en el uso y calidad de datos.

- **ISO/IEC 2502n:** División de la Medición de la Calidad: las Normas Internacionales que conforman esta división incluyen un modelo de referencia de medición de la calidad de sistemas y del producto de software, definiciones matemáticas de medidas de la calidad, y directrices prácticas para su aplicación.

- **ISO/IEC 2503n:** División de los Requerimientos de la Calidad: esta división ayuda en la especificación de los requerimientos de calidad.

- **ISO/IEC 2504n:** División de la Evaluación de la Calidad: en esta división se proporcionan requisitos, recomendaciones y directrices para la evaluación del producto, ya sea que la misma sea realizada por evaluadores independientes, adquirientes o desarrolladores.

Código de buenas prácticas en el desarrollo de software público

El Código de Buenas Prácticas en el Desarrollo de Software Público (CBPSP) (ONTI, 2019), es una guía técnica para el desarrollo sustentable de software en la Administración Pública; el mismo propone un marco de referencia para los organismos, el cual provee un conjunto de mejores prácticas para el desarrollo de software público.

La guía técnica para las buenas prácticas de desarrollo de software contiene 7 (siete) puntos principales; estos a su vez, pueden tener algunas subguías, las cuales son aplicables a aquellos temas que requieren de mayor profundidad.

A continuación, se mencionan los 7 (siete) apartados que contiene la guía técnica:

- 1- Entendé las necesidades de los usuarios
- 2- Aprovechá la nube y la virtualización
- 3- Reutilizá y compartí software y datos
- 4- Probá el servicio de punta a punta
- 5- Protegé al software y a los usuarios
- 6- Utilizá metodologías ágiles e iterativas en todo el ciclo de vida del software
- 7- Documentá y compartí el conocimiento de tus sistemas

Tomando en cuenta el foco del presente trabajo es que se presentan y analizan de manera específica, los apartados 1, 4 y 6 del CBPSWP (ONTI, 2019). Por cuestiones de espacio no se detallan los ítems incluidos en cada apartado, en el sitio web (<https://n9.cl/bp076>) correspondiente al CBPSWP (ONTI, 2019) se encuentran desglosados y explicados los mencionados ítems.

- Entendé las necesidades de los usuarios

Respecto de este apartado, podemos observar que existen cinco ítems, en el documento original del CBPSWP (ONTI, 2019), se puede observar que existen algunos ítems que, a través de links, derivan a más información técnica, por ejemplo, al sitio oficial de W3C.

De acuerdo al análisis llevado a cabo de este apartado, vemos cuestiones importantes a la hora del inicio del desarrollo de un determinado software, como la de generar historias de usuarios y diseños enfocados en distintos tipos de usuarios, también la inclusión de test y pruebas de usabilidad, y la sugerencia de evaluar con herramientas como las que provee W3C.

- Probá el servicio de punta a punta

Este apartado incluye nueve ítems, podemos observar que este apartado, cómo lo indica su nombre, está preparado para guiar al equipo de desarrollo con una serie de técnicas orientadas a las pruebas del software.

De manera puntual, vemos que se sugiere la utilización de las prácticas que promueve DevOps, con el objetivo de garantizar despliegues continuos y pruebas automáticas; así mismo, en varios de los ítems se deja plasmada la necesidad de contar con un plan de pruebas unitarias, funcionales y de integración, como así también poder implementar de manera separada, los ambientes de desarrollo, prueba, aceptación y producción.

- Utilizá metodologías ágiles e iterativas en todo el ciclo de vida del software

El presente apartado cuenta con diez ítems, en este apartado se propone a las metodologías ágiles como marco de trabajo para el desarrollo de software, mencionando la programación por pares, y el uso del marco de trabajo de Scrum. También se hace hincapié en cuestiones relacionadas a: mantener una visión compartida sobre el desarrollo; la entrega frecuente de software; y tener siempre presente las necesidades de los distintos tipos de usuario.

Relaciones y Aportes - CBPSP e ISO/IEC 25000

Luego del análisis llevado a cabo en la sección anterior, a través del cual se observa que el CBPSP (ONTI, 2019) pone a disposición de aquellas reparticiones públicas (que estén desarrollando o deseen desarrollar software), una guía que propone lineamientos para el desarrollo y prueba de software.

Específicamente, en el CBPSP (ONTI, 2019), no se mencionan de manera explícita apartados o referencias que desarrollen aspectos relacionados con la calidad del software, ya sea a nivel de procesos, proyectos, productos o datos. Tanto los aspectos metodológicos propuestos, ya sea como marcos de trabajo para el desarrollo de software, o las mismas pruebas, en su gran mayoría se enfocan en las propiedades funcionales, mientras que existen muy pocas referencias respecto de las propiedades de calidad, por ejemplo, sólo mencionan cuestiones ligadas a la usabilidad, accesibilidad, interoperabilidad y seguridad, que si bien son nombradas, y en algunos casos se recomienda material anexo, se observa poca cobertura hacia estos aspectos.

De acuerdo a lo establecido en el CBPSP (ONTI, 2019), en esta sección se llevará a cabo una asociación entre el mencionado Código, y la Familia de Normas internacionales ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), las cuáles como se detalló anteriormente, están enfocadas en la calidad del producto software.

En la Tabla 1 se muestra la asociación entre el CBPSP (ONTI, 2019) y las distintas normas pertenecientes a ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), las cuales pueden revestir un aporte hacia el mencionado Código.

También se observa que se pudieron identificar tres normas pertenecientes a la Serie SQuaRe (ISO/IEC 25000:2014, 2014), las cuales pueden realizar aportes técnicos y metodológicos a la hora de identificar, seleccionar y especificar aspectos relacionados a la calidad del producto software.

Tabla 1. Relaciones entre el CBPSP e ISO/IEC 25000

Apartados CBPSP	Asociación con normas pertenecientes a ISO/IEC 25000
Entendé las necesidades de los usuarios: <i>Entender la experiencia y necesidades de los distintos tipos de usuarios. Implementar Test A/B, métricas y pruebas de usabilidad.</i>	ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007) ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011, 2011) ISO/IEC 25023 (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E))
Probá el servicio de punta a punta <i>Realizar pruebas en todo el proceso, desarrollar un plan de pruebas unitarias, de integración y funcionales.</i>	ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011, 2011) ISO/IEC 25023 (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E))
Utilizá metodologías ágiles e iterativas en todo el ciclo de vida del software <i>Visión compartida sobre el desarrollo, que existan entregas frecuentes de software y tener siempre presente las necesidades de los distintos tipos de usuario.</i>	ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007) ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011, 2011) ISO/IEC 25023 (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E))

Por otra parte, en la Tabla 2 se detallan los aspectos técnicos y/o metodológicos, que pueden aportar las normas identificadas en la Tabla 1; para ello y considerando el espacio, se toma como ejemplo el primer apartado del CBPSP (ONTI, 2019) (*Entendé las necesidades de los usuarios*).

Tabla 2. Relaciones entre el CBPSP e ISO/IEC 25000

CBPSP: <i>Entender la experiencia y necesidades de los distintos tipos de usuarios. Implementar Test A/B, métricas y pruebas de usabilidad.</i>
Aporte desde ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007)
<ol style="list-style-type: none"> Permite Identificar y caracterizar los de tipos de usuarios que conforman las partes interesadas: <ul style="list-style-type: none"> - Usuarios Principales - Usuarios Secundarios - Usuarios Indirectos Posibilita Identificar las Necesidades de las partes interesadas y derivarlas a necesidades de la Calidad de las partes interesadas. Presenta un Proceso (<i>Proceso de definición</i>) que permite transformar las necesidades de calidad de las partes interesadas en Requisitos de la calidad de las partes interesadas. Presenta un Proceso (<i>Proceso de análisis</i>) que permite transformar los Requisitos de la calidad de las partes interesadas en Requisitos de la calidad del software.
Aporte desde ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011, 2011)
<ol style="list-style-type: none"> De manera puntual esta norma aporta un modelo de calidad de producto software que permite llevar a cabo el <i>proceso de definición</i> planteado por en ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007). Permite arribar a un modelo detallado que representa los requisitos de calidad de las partes interesadas. Por ejemplo, para las necesidades de las partes interesadas en torno a las Usabilidad se podría definir de esta forma: <ul style="list-style-type: none"> Característica definida: Usabilidad Subcaracterística definidas: - Estética de la interfaz del usuario <ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de aprendizaje - Capacidad de reconocer la adecuación
Aporte desde ISO/IEC 25023 (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E))
<ol style="list-style-type: none"> Esta noma aporta un modelo de referencia de medición de la calidad del producto software, el cual permite llevar cabo el <i>proceso de análisis</i> planteado por ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007). Permite arribar a un modelo de medición, compuesto por métricas y función de medición, este modelo representa los requisitos de calidad del software. Por ejemplo y siguiendo con lo planteado para la característica Usabilidad se puede arribar a una serie de medidas asociadas a las diferentes sub-características definidas. Para los fines prácticos solo se detallará una subcaracterística: <ul style="list-style-type: none"> Característica definida: Usabilidad Subcaracterística definidas: - Estética de la interfaz del usuario Métrica: Estética de apariencia de las interfaces de usuario Función de medición: $X = A/B$ donde A = Número de interfaces de visualización estéticamente agradables para los usuarios en apariencia y B = Número de interfaces de visualización.

A través de lo desarrollado en esta sección, se pueden evidenciar los aportes que desde la perspectiva de la calidad de productos software, y específicamente la utilización de la familia de normas ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000:2014, 2014), se pueden hacer hacia el CBPSP (ONTI, 2019).

Específicamente, podríamos resumir que estos aportes pueden colaborar en la identificación de las necesidades de calidad de las partes interesadas (haciendo uso de la Norma ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2007, 2007)), las cuales luego pueden transformarse técnicamente en requisitos de calidad (utilizando la Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011, 2011)), para finalmente arribar a una serie de requisitos de calidad del software, los cuales también son factibles de medir (a través de la Norma ISO/IEC 25023 (ISO/IEC 25023:2016, 2016 (E))).

Conclusiones

Del análisis llevado a cabo del CBPSP, se pudieron detectar las relaciones existentes entre los apartados específicos del código, y las normas pertenecientes a ISO/IEC 25000. Las normas específicas detectadas realizan

aportes en los aspectos relacionados a identificar a los usuarios pertenecientes a las partes interesadas, detectando en primera instancia sus necesidades de calidad, para luego poder explicitarlas de manera cuantitativa, y cualitativamente, a través del modelo de calidad y las medidas de calidad propuestas en la Normas ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25023, respectivamente.

Si bien los resultados son preliminares, muestran de manera concreta los aportes y beneficios de poder contar con un marco, que permita incorporar mejoras al desarrollo del Software Público desde la perspectiva de calidad de productos software.

Se propone como continuidad a lo ya desarrollado la elaboración de un modelo conceptual como base para la construcción de un proceso que permita arribar a la identificación y especificación de requisitos de calidad de producto en el marco del desarrollo del Software Público.

Referencias

- Fantin, G., Salerno, F., & Ordinez, L. (2016). Prospectiva para la Implementación de Software. JAIIO - SIE 2016 10º Simposio de Informática en el Estado.
- GARZÁS, J., RODRÍGUEZ, M., GAITERO, D., MINGO, P., GARCÍA, D., CORROCHANO, J., . . . OTERINO, A. (2014). I Jornadas sobre Calidad del Producto Software e ISO 25000. Santiago de Compostella: 233 Grados de TI S.L.
- ISO/IEC 25000:2014. (2014). Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). ISO-Guide to SQuaRE.
- ISO/IEC 25010:2011. (2011). Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models. ISO.
- ISO/IEC 25023:2016. (2016 (E)). Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality. ISO.
- ISO/IEC 25030:2007. (2007). Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements. ISO.
- Ministerio de Modernización. (2016). Decreto 434/2016 Plan de Modernización del Estado de la República Argentina. . Recuperado el 2019, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cofemod_documentos_plan_de_modernizacion_del_estado_2016.pdf
- OFICINA NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN. (29 de 08 de 2019). <https://www.boletinoficial.gob.ar>. Recuperado el 2019, de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/215325/20190902?busqueda=2>
- ONTI. (2019). Código de Buenas prácticas en el desarrollo de software público. (ONTI) Recuperado el 2021, de <https://www.argentina.gob.ar/onti/codigo-de-buenas-practicas-para-el-desarrollo-de-software-publico>
- Villalta, A., & Carvallo, J. (2015). Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura. CEDIA. Maskana.

Requisitos de Calidad de Software basados en la Norma ISO 90003 con presencia en las Organizaciones Ágiles.

Quality Software Requirements based on ISO 90003 with presence in Agile Organizations

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

María Fernanda Burdino

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
fburdino@gmail.com

Carlos Salgado

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
mperalta@unsl.edu.ar

Alberto Sanchez

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
alfanego@unsl.edu.ar

Resumen

Las empresas de desarrollo de software buscan prestar un mejor servicio al cliente, entregando productos de calidad, en entregas tempranas y frecuentes, facilitando el cambio de los requisitos del producto. Para poder cumplir con ello necesitan definir su sistema de gestión de calidad cumpliendo los requisitos de la norma ISO 9001: 2015 (ISO ORG, 2015) pero también implementando metodologías ágiles como SCRUM (Alliance, 2017), es por ello que surge la necesidad de contar con la trazabilidad entre los requisitos de la norma ISO 9001:2015, y las prácticas de SCRUM que pueden dar cobertura a los mismos, de la misma forma que en la ISO 90003 (ISO ORG, 2018) aparecen las prácticas de las metodologías tradicionales de desarrollo de software.

Palabras clave: SCRUM, Calidad, ISO 9001:2015, ISO 90003

Abstract

Software development companies seek to provide better customer service, delivering quality products, in early and frequent deliveries, facilitating the change of product requirements. In order to comply with this, they need to define their quality management system, complying with the requirements of the ISO 9001: 2015 (ISO ORG, 2015) standard but also implementing agile methodologies such as SCRUM (Alliance, 2017), which is why the need arises to have traceability between the requirements

of the ISO 9001:2015 standard, and the SCRUM practices that can cover them, in the same way that the practices of traditional software development methodologies appear in ISO 90003 (ISO ORG, 2018)

Keywords: SCRUM, Quality, ISO 9001:2015, ISO 90003

Introducción

En la actualidad las empresas de desarrollo de software buscan prestar un mejor servicio al cliente, entregando un producto de calidad. Para poder cumplir con ello implementan su sistema de gestión de calidad cumpliendo los requisitos de la norma ISO 9001: 2015 de manera que las vuelva más competitivas.

Para satisfacer al cliente es necesario que el producto no solo sea de calidad, sino que también se cumpla la fecha de entrega acordada, para lo cual la industria tiende a la adopción de metodologías ágiles como SCRUM, en dónde dicha metodología les permite obtener entregas tempranas del producto de software, facilitando la realización de cambios a los requisitos del producto.

En la necesidad de combinar la norma ISO 9001:2015 (ISO ORG, 2015) y SCRUM (Alliance, 2017) es donde surge el proyecto de investigación, ya que la guía ISO 90003 proporciona las pautas para la aplicación de la norma ISO 9001:2015 (ISO ORG, 2015) en las organizaciones de desarrollo de software pero no brinda referencias respecto a la implementación de prácticas ágiles, por lo cual cualquier empresa que desarrolle bajo un enfoque ágil, no podría utilizar la misma para definir un proceso que cumpla con los requisitos de la norma e implemente una metodología ágil como SCRUM.

En la siguiente sección se describe el trabajo de investigación realizado, y se muestra, a modo de ejemplo, el resultado propuesto para el punto 8 de la Norma ISO 9001:2015 (ISO ORG, 2015), en donde se estableció en base a los requisitos de la Guía ISO 90003, qué prácticas de SCRUM podrían ser utilizadas para cumplir con el mismo.

Desarrollo

La investigación en primera instancia requería identificar las metodologías ágiles mayormente utilizadas en las empresas de desarrollo de software y cuáles eran las prácticas ágiles implementadas en estas organizaciones. Para obtener dicha información, se recurrió a una encuesta que nos permitió conocer en la industria de desarrollo de software en la Argentina qué metodologías ágiles son las más utilizadas, cuáles prácticas aportan mayor valor agregado a la gestión, las razones que llevó a estas empresas a implementar metodologías ágiles y cuáles fueron los resultados obtenidos al implementarlas. La encuesta tenía tres secciones, en dónde se solicitaba información general de la organización, se consultaba por el uso de metodologías ágiles y las distintas prácticas de planificación, control y seguimiento, requerimientos, diseño y desarrollo, verificación y validación, correspondientes a la metodología SCRUM (Alliance, 2017). A partir del resultado de la encuesta se pudo identificar qué requisitos de la norma ISO 90003 (ISO ORG, 2018) podrían estar cubiertos con los principios ágiles y las prácticas de SCRUM ((s.f.)). En consecuencia, se preparó una matriz de trazabilidad entre los requisitos de la norma ISO 90003 y las prácticas de SCRUM (Alliance, 2017) adicionando prácticas de ingeniería de software para poder cumplir con la totalidad de los requisitos en ciertos puntos de la norma.

Scrum (Alliance, 2017) es una metodología, que permite a las organizaciones gestionar mejor sus proyectos de desarrollo de software, como así también incluir prácticas, técnicas y procesos que la organización considere importantes para entregar un producto a tiempo y de calidad a sus clientes.

En SCRUM (Alliance, 2017) el trabajo se organiza en sprints, los cuales son iteraciones con una duración de entre 2 a 4 semanas. Durante cada sprint el equipo en base a las prioridades definidas por el dueño del producto y su capacidad, selecciona el conjunto de ítems a ser desarrollados.

Al final de cada sprint se obtiene un producto de software funcionando. En este momento, el equipo reflexiona, y se prepara para comenzar el siguiente sprint aplicando las mejoras identificadas.

La norma 90003 (ISO ORG, 2018) es independiente de la tecnología, modelos del ciclo de vida, procesos de desarrollo, secuencia de actividades y estructura, usados por una organización.

La Guía ISO 90003 (ISO ORG, 2018) tiene la misma estructura que la ISO 9001:2015 (ISO ORG, 2015), es decir, está dispuesta en 10 capítulos, los primeros 3 no son certificables, es por ello que solo se mencionan los puntos normativos: Contexto de la organización (Punto 4), Liderazgo (Punto 5), Planificación (Punto 6), Apoyo (Punto 7), Operación (Punto 8), Evaluación de Desempeño (Punto 9) y Mejora (Punto 10).

En el presente trabajo solo se presentará la trazabilidad entre SCRUM (Alliance, 2017) y los requisitos del punto 8 (Operación) de la norma ISO 9001:2015 (ISO ORG, 2015).

En este punto normativo se debe detallar como el software será desarrollado, evaluado y mantenido. La organización debe planear las actividades para poder obtener los productos y servicios que proveerá al cliente según los requisitos especificados. Previo al desarrollo, los productos y servicios serán diseñados y el cumplimiento de los requisitos debe ser revisado.

La organización deberá aplicar los cambios en los productos de forma controlada e informando a todos los involucrados. Por otra parte, los proveedores externos deberán cumplir con los requisitos brindados por la organización y ésta deberá controlar su cumplimiento.

La organización deberá contar con los recursos necesarios para la producción de los productos y servicios. Además, no solo se deberán implementar las actividades para la producción, sino también se deberán tener en cuenta las actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega. La organización debe asegurarse que los productos no conformes no lleguen al cliente.

En la siguiente tabla se presenta el punto 8. Operación y las prácticas de SCRUM (Alliance, 2017) que aplican para cumplir completamente o parcialmente lo solicitado.

ISO 90003	SCRUM
8.1 Planificación y control operacional	Planificación del Sprint
	Revisión del Sprint
	Criterio "done"
8.2 Requisitos para los productos y servicios	Planificación del Sprint
	Refinamiento del Backlog
	Backlog del Producto
	Backlog del Sprint
	Historias de usuario
	Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajan juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.

La implementación de herramientas colaborativas de trabajo permite que el cliente pueda revisar las historias de usuario y el desarrollo y avance del proyecto.

La implementación del principio de Scrum “Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo”, quiere decir que los proyectos ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.

8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios Durante la planificación del sprint y durante la ejecución del mismo se refina el diseño de los ítems seleccionados para el desarrollo.

Esta actividad se basa en los principios:

“La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad” y “Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados”

Las entradas al diseño pueden ser: el Backlog del producto, la Arquitectura del producto y las conclusiones Sprint Review.

Respecto a los controles para el diseño y desarrollo se pueden implementar los siguientes:

Sprint Review, Test Driven Development e Integración continua.

Como salidas del diseño se tendrán el Backlog del producto actualizado y el diseño Refinado.

Valorar la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de los planes es uno de los principios de Scrum, es por ello que los cambios, serán expresados durante la planificación del Sprint y para llevarlos a cabo se deben aplicar prácticas y herramientas de gestión de configuración.

Scrum permite medir el progreso del equipo mediante el software funcionando en cada sprint y la lista de funcionalidades pendientes de implementar. Tanto el equipo de proyecto como los clientes, usuarios, y stakeholders están informados del avance del proyecto, es por ello que al finalizar cada sprint el equipo recibe una retroalimentación del software entregado y de los cambios que se deberán implementar en el siguiente sprint. Es valorable la predisposición al cambio de esta metodología, y la forma de gestionarlos. La continua comunicación, y las entregas constantes realizadas por el equipo, permite que el impacto de un cambio solicitado por el cliente, no afecte el avance del proyecto.

8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente No existen prácticas de Scrum para cubrir específicamente el requisito.

Observaciones: La organización debe definir cómo serán controlados los productos y servicios que son suministrados externamente.

8.5 Producción y provisión del servicio Planificación del Sprint
Planificación del Release

Ejecución del Sprint

Revisión del Sprint

Entrega Continua

Observaciones: Este punto se deberá complementar aplicando Integración continua y haciendo Gestión de Configuración.

Las herramientas de Gestión de Configuración permiten controlar la trazabilidad del producto.

8.6 Liberación de los productos y servicios Sprint Review y Backlog del Producto

8.7 Control de las salidas no conformes Control del cumplimiento del Criterio "Done" para dar por finalizado el sprint.
Criterio de aceptación de las historias de usuario definido.

Observaciones: Se deben implementar prácticas de ingeniería de software como prueba de Sistema y prueba de aceptación.

Conclusiones

Scrum (Alliance, 2017) es un framework que permite a las empresas de desarrollo de software realizar un seguimiento al proyecto, entregando en la fecha acordada las funcionalidades acordadas con el cliente, pero para que ese producto entregado tenga la calidad esperada, se deben sumar a las prácticas ágiles, las prácticas de ingeniería de software.

La mayor parte de las empresas Argentinas implementan Scrum (Alliance, 2017), replicando el mismo comportamiento de las empresas en el mundo, dado que con sus prácticas ayuda a resolver problemáticas con las que las empresas de software han tratado de resolver por años. La combinación entre Scrum y la norma ISO 9001 (ISO ORG, 2015), permite a las empresas gestionar con agilidad entregando productos de calidad

Referencias

(s.f.), S. P. (s.f.). *SCRUM PRIMER*. Obtenido de <http://www.scrumprimer.org/>

Alliance, S. (2017). *SCRUM ALLIANCE - SCRUM GUIDE*. Obtenido de <https://www.scrumalliance.org/why-scrum/scrum-guide>

Briceño, B. (s.f.). "*La industria del Software como motor de crecimiento de Argentina*". Obtenido de <https://neurona-ba.com/la-industria-del-software-como-motor-de-crecimiento-de-argentina/>

Digital.ai. (2021). Obtenido de <https://digital.ai/resource-center/analyst-reports/state-of-agile-report>

ISO ORG. (septiembre de 2015). *ISO 9001:2015*. Obtenido de http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm

ISO ORG. (Noviembre de 2018). *ISO/IEC/IEEE 90003:2018, “ Software engineering — Guidelines for the application of ISO 9001:2015 to computer software”*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/74348.html>,

ISO/IEC/IEEE 12207:2017, “. a.—S. (Noviembre de 2017). Obtenido de <https://www.iso.org/standard/63712.html>

Un estudio exploratorio sobre alumnos recursantes de materias básicas de UTN San Francisco

An Exploratory Study on Recursive Students of Basic Subjects of UTN San Francisco

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Claudio Carrizo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
cjcarrizo77@gmail.com

Raúl Navarro Peláez

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
ingrnavarropelaez@gmail.com

Daiana Viotti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
dayviotti2015@gmail.com

Facundo Barrera

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
facubarrera123@gmail.com

Resumen

En la UTN Facultad Regional San Francisco existe históricamente una alta tasa de alumnos con bajo rendimiento académico en instancias de evaluación del cursado de materias básicas del primer año de carreras de ingeniería. Lo anterior provoca que los alumnos recursen este tipo de materias, con el fin de alcanzar la regularidad o la aprobación directa, provocando en muchos casos retrasos o abandono de la carrera. Por tal motivo, en el presente trabajo se propone realizar un estudio exploratorio sobre alumnos recursantes de materias básicas de primer año de carreras de ingenierías de UTN San Francisco. La principal contribución de este trabajo será para el área de gestión académica, a fin de poder definir acciones a futuro, que permitan mejorar el rendimiento académico, en el contexto de materias del área básicas.

Palabras clave: alumnos recursantes, materias básicas, ingenierías, minería de datos

Abstract

In the San Francisco Regional Faculty of the Universidad Tecnológica Nacional (UTN), a high proportion of students in the first year of engineering careers have historically featured a low academic performance in exams taken in basic subject courses. This causes several students to repeat this type of subjects several times in order to achieve regularity or a passing grade, which results in delays and, in many cases, in students leaving their career. For this reason, the present work proposes an exploratory study on the performance of students repeating basic subject courses in the first year of engineering careers at UTN San Francisco. This work will mainly contribute to the local Academic Management Area, since it will help them determine future actions allowing improvements in the academic performance for basic subject courses.

Keywords: repeating students, basic subjects, engineering, data mining

1. Introducción

Las universidades tienen el constante desafío de asegurar y mantener el nivel de calidad académica, en pos de proveer a la sociedad profesionales que estén altamente capacitados para responder a las demandas actuales del mercado laboral, especialmente en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Para ello, es necesario sistematizar procesos que permitan evaluar, en forma permanente, aspectos relacionados a la calidad académica de la Universidad (Briand et al., 1999). Uno de estos aspectos consiste en realizar un constante seguimiento y monitoreo, es en el rendimiento académico, debido a que comúnmente el bajo rendimiento académico está asociado a una alta tasa de deserción.

El rendimiento académico se puede definir como la productividad del sujeto, matizado por sus actividades, rasgos y la percepción más o menos correcta de los cometidos asignados (Maletic et. al., 2002). Generalmente el rendimiento académico se evalúa teniendo en cuenta aspectos que influyen en el desempeño, pudiendo mencionar entre ellos: factores socioeconómicos, la amplitud de programas de estudio, las metodologías de enseñanza, conocimientos previos del alumno (Marcus, 2003). Según datos estadísticos brindados por el Área de Gestión Académica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, en las carreras de ingenierías existe históricamente una alta tasa de alumnos con bajo rendimiento académico en instancias de evaluación en materias básicas del primer año (Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I y Física I), esto provoca que los alumnos cursen varias veces este tipo de materias con el fin de alcanzar la regularidad o la aprobación directa. Esto ocasiona no sólo el atraso del alumno en la carrera, sino que además muchos alumnos optan por abandonar la carrera al sentirse frustrados por no poder regularizar o aprobar materias que pertenecen al área básica.

El rendimiento académico suele estar afectado por múltiples factores de tipo socio-educativos, socio-económicos, demográfico, actitudinales, que sin duda condicionan el desempeño del alumno frente al cursado de las materias. Para evaluar el rendimiento académico de un alumno es necesario conocer si existen patrones o perfiles comunes a grupos de alumnos, de esta manera la determinación de perfiles se convierte en una estrategia de valor significativo a la hora de tomar acciones que permitan mejorar el desempeño de los alumnos (González, 1988; Di Gresia, 2007). El establecimiento de perfiles consiste en el proceso de determinación y clasificación de patrones.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de este trabajo consistió en llevar cabo un estudio de tipo exploratorio, sobre alumnos recursantes de materias básicas en el primer año de carreras de ingenierías de UTN Facultad Regional San Francisco. Los resultados de este estudio pretenden ser un aporte para el área de gestión académica, debido a que podrán contar información que permitirá definir acciones a futuro, en pos de mejorar el rendimiento académico de los alumnos en materias básicas del primer año.

En lo sucesivo, el presente trabajo se divide en las siguientes secciones. En la Sección 2 se detalla la metodología utilizada para llevar adelante la investigación. En la Sección 3 se presenta el desarrollo de la investigación. Finalmente, en la Sección 4 se elaboran las conclusiones.

2. Metodología

En este trabajo se llevó a cabo una investigación de tipo exploratoria. Se definió una población de alumnos de carreras de ingenierías, cuyos años de ingreso a la facultad, estuvo comprendido entre 1970 y 2021. La muestra de datos se determinó teniendo en cuenta los alumnos que recurrieron las materias básicas más representativas del primer año (Física 1, Análisis Matemático 1 y Álgebra y Geometría Analítica), entre los años 2015 y 2021. Cabe aclarar que el período seleccionado para la muestra se determinó en base a la última versión de planes curriculares.

La recolección de estos datos se llevó a cabo a través del sistema de gestión académico de UTN, denominado “SysAcad”, donde se solicitaron datos asociados a aspectos personales, sociodemográficos, socioeconómicos y académicos.

Para el análisis y exploración de dichos datos, se utilizó la herramienta “RapidMiner”. Para guiar la exploración de datos, se utilizó la metodología “CRISP-DM” (Shearer C., 2000), específicamente la fase de “Comprender los Datos”, compuesta por las siguientes actividades: 1) Recolección de Datos; 2) Análisis de Datos; 3) Exploración de Datos. En la Figura 1 se pueden observar las fases que propone la metodología.



Figura 1. Metodología CRISP-DM

3. Desarrollo

En las siguientes subsecciones, se detallan las actividades llevadas a cabo en el marco del proyecto de investigación, siguiendo la metodología CRISP-DM, con soporte de la herramienta “RapidMiner”.

3.1. Recolección de datos

Desde el sistema SYSACAD, se recolectaron datos de alumnos que recurrieron las materias básicas “Física 1”, “Análisis Matemático 1” y “Álgebra y Geometría Analítica”, entre los años 2015 y 2021, de las siguientes carreras de ingenierías dictadas en UTN Facultad Regional San Francisco: Sistemas de Información, Electrónica, Electromecánica y Química. Dichos datos se exportaron hacia un archivo en formato “Excel”, compuesto por 45 atributos (de tipo personal, demográfico, académico y socioeconómico) y alrededor de 1317 registros.

3.2. Análisis de datos

Una vez recolectados los datos, se procedió a analizar y evaluar la calidad de los mismos, a través de la herramienta “RapidMiner”. En una primera instancia, se realizó un análisis respecto de la existencia de registros con valores de datos completos para los atributos recolectados, esto permitió el nivel o grado de completitud de los valores de datos recolectados. De los 45 atributos que contienen datos del cursado de materias básicas de primer año, 35 de ellos arrojaron registros con valores de datos completos superiores al 95%, mientras que los 10 restantes,

arrojaron valores por debajo del 50%: en este último caso, dichos atributos fueron desestimados, por su bajo grado de completitud con respecto a los valores de datos.

3.3. Exploración de datos

Por cuestiones de espacio, en este trabajo se presentará el resultado del estudio exploratorio de las materias básicas antes mencionadas, desde la perspectiva de 4 estados de condición del alumno respecto de estas materias (Abandonó, Libre, Regular, Promoción TP/Aprobación Directa), para los atributos “Sexo”, “Edad”, “Estado Civil”, “Tipo de Colegio Secundario” y “Especialidad”. A continuación, se exponen los resultados obtenidos.

Condición Abandonó

Para un total de 74 alumnos que quedaron en condición “Abandonó”, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales pueden observarse en la Figura 2.

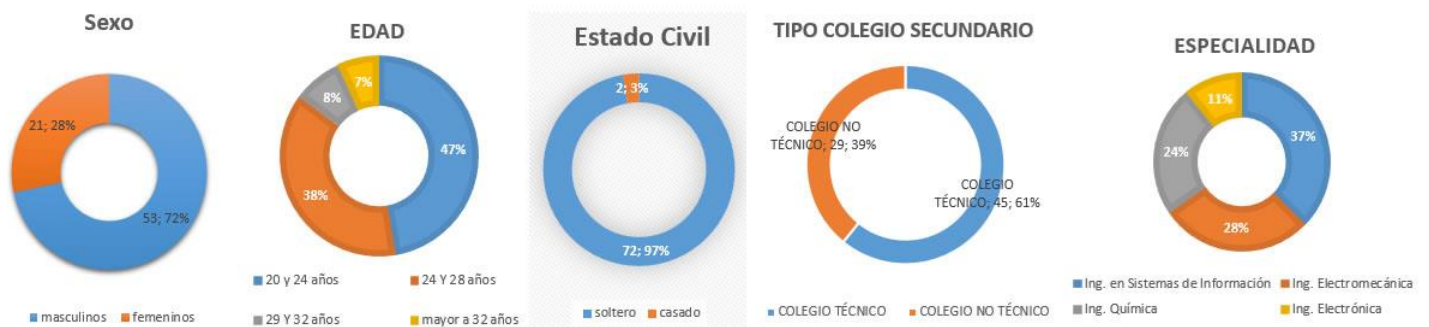


Figura 2. Resultados del estudio exploratorio para los alumnos en condición “Abandonó”

Condición Libre

Para un total de 448 alumnos que quedaron en condición “Libre”, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales pueden observarse en la Figura 3.



Figura 3. Resultados del estudio exploratorio para los alumnos en condición “Libre”

Condición Regular

Para un total de 227 alumnos que quedaron en condición “Regular”, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales pueden observarse en la Figura 4.

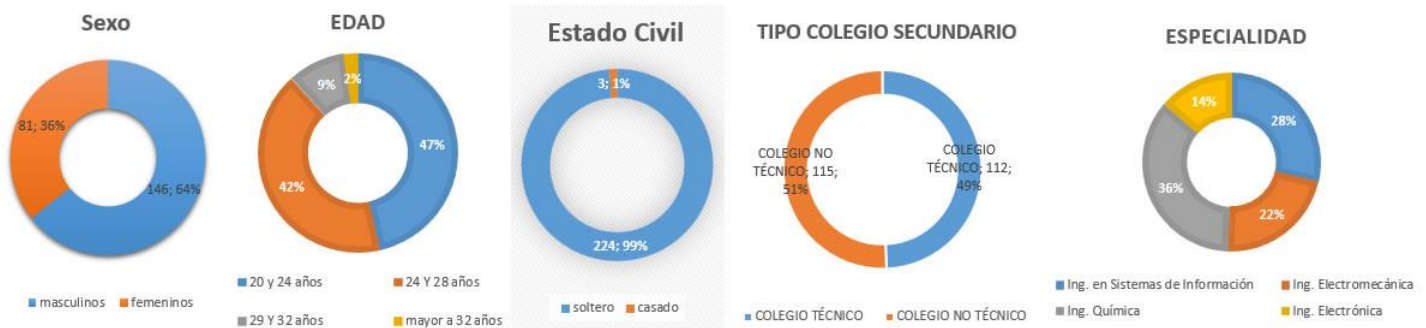


Figura 4. Resultados del estudio exploratorio para los alumnos en condición “Regular”

Condición Promoción TP/Aprobación Directa

Para un total de 43 alumnos que quedaron en condición “Promoción TP/Aprobación Directa”, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales pueden observarse en la Figura 5.

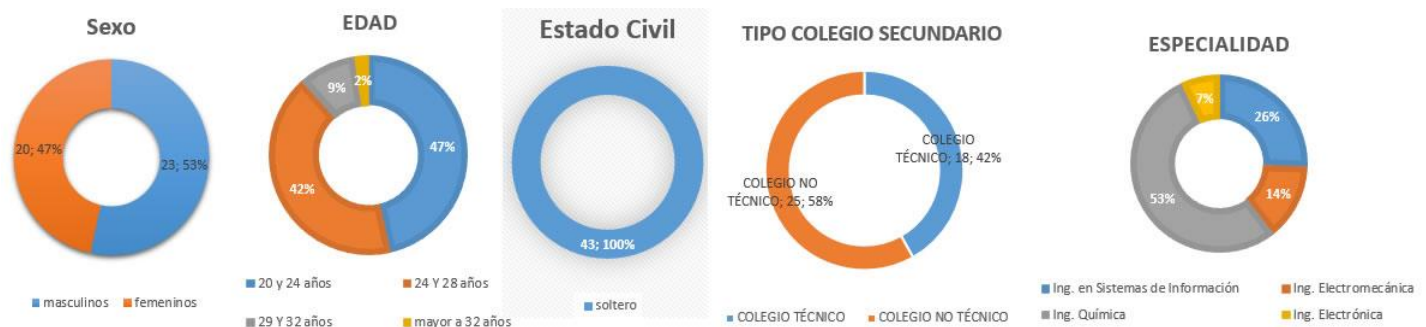


Figura 5. Resultados del estudio exploratorio para los alumnos en condición “Promoción TP/Aprobación Directa”

4. Conclusiones

En este trabajo, se planteó un estudio exploratorio tomando como referencia las 3 materias básicas más destacadas de primer año, de acuerdo a 4 estados de condición del alumno frente a dichas materias. Para guiar el estudio exploratorio se utilizó la metodología CRISP-DM, mientras que, para la ejecución de dicho estudio, se hizo uso de la herramienta RapidMiner. De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- **En condición “Abandonó” y “Libre”:** existe una mayor proporción de masculinos que femeninos, cuyas edades oscilan principalmente entre los 20 y 28 años; la mayoría tiene estado civil soltero; mayor proporción de alumnos que provienen de colegios secundarios “técnicos”; de acuerdo a la especialidad del alumno, la proporción en cuanto a estas condiciones da en este orden: 1) Ingeniería en Sistemas de Información; 2) Ing. Electromecánica; 3) Ingeniería Química; 4) Ing. Electrónica.
- **En condición “Regular”:** existe una mayor proporción de masculinos que femeninos, cuyas edades oscilan principalmente entre los 20 y 28 años; la mayoría tiene estado civil soltero; mayor proporción de alumnos que provienen de colegios secundarios “no técnicos”, pero por muy poco; de acuerdo a la especialidad del alumno, la proporción en cuanto a esta condición da en este orden: 1) Ingeniería Química; 2) Ing. en Sistemas de Información; 3) Ingeniería Electromecánica; 4) Ing. Electrónica.

- **En condición “Promoción TP/Aprobación Directa”:** existe una mayor proporción de masculinos que femeninos, pero por muy poco; sus edades oscilan principalmente entre los 20 y 28 años; todos los alumnos son solteros; mayor proporción de alumnos que provienen de colegios secundarios “no técnicos”, pero por muy poco; de acuerdo a la especialidad del alumno, la proporción en cuanto a estas condiciones, da en este orden: 1) Ingeniería en Sistemas de Información; 2) Ing. Electromecánica; 3) Ingeniería Química; 4) Ing. Electrónica.

A modo de resumen, se puede decir que en forma general (para todas las condiciones), existe una mayor proporción de alumnos recursantes masculinos, cuyas edades están entre los 20 y 28 años, de estado civil soltero. De manera particular, se puede mencionar que para las condiciones “Abandonó” y “Libre”, existe mayor proporción de alumnos recursantes que provienen de colegios “técnicos”, y que están inscriptos en las especialidades según este orden: Sistemas, Electromecánica, Química y Electrónica. En cuanto a las condiciones “Regular” y “Promoción TP/Aprobación Directa”, existe mayor proporción de alumnos recursantes que provienen de colegios “no técnicos”, y que están inscriptos en las especialidades según este orden: Química, Sistemas, Electromecánica, y Electrónica. Por último, cabe mencionar que como trabajo futuro se plantea la construcción de un modelo descriptivo a través de minería de datos educacional, que permita determinar o identificar perfiles de alumnos recursantes de materias básicas del primer año para carreras de ingeniería de UTN San Francisco.

Referencias

- Briand, L., Daly, J. & Wüst, J. (1999). A unified framework for coupling measurement in objectoriented systems. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 25 (1), 91-121.
- Di Gresia, L. (2007). Rendimiento académico universitario. Asociación Argentina de Economía Política. Extraído el, 2007, vol. 5.
- González, A. J. (1998) Indicadores del rendimiento escolar: relación entre pruebas objetivas y calificaciones. *Revista de Educación*, 287, 31-54. España.
- Maletic, J., Collard, M. & Marcus, A (2002). Source Code Files as Structured Documents. *Proceedings 10th IEEE International Workshop on Program Comprehension (IWPC'02)*, 289- 292.
- Marcus, A. (2003). *Semantic Driven Program Analysis*, Kent, OH, USA, Kent State University Doctoral Thesis.
- RapidMiner. Obtenido de <https://rapidminer.com>.
- Shearer C., el modelo CRISP-DM: el nuevo plan para la minería de datos, almacenamiento de los datos J (2000); 5:13-22.

Un modelo de calidad para la mejora continua del aprendizaje en las carreras tecnológicas

A Quality Model for the Continuous Improvement of Learning in Technological Careers

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Reus Juan Marcelo

FCEfYN – UNSJ – ISFT (Instituto Superior de Formación Técnica en la Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano San Juan)
marceloreus@hotmail.com

Carlos Salgado

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
csalgado@unsl.edu.ar

Mario Peralta

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
mperalta@unsl.edu.ar

Luis Roqué

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis
araroq@unsl.edu.ar

Javier Saldarini

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
Saldarinijavier@gmail.com

Claudio Carrizo

Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional
cjcarrizo77@gmail.com

Resumen

En el mundo crece constantemente desde hace años la demanda de profesionales de las tecnologías de información (IT, por sus siglas en inglés) y en estos tiempos de pandemia/pospandemia se vio incrementada debido a la transformación de las condiciones de trabajo y la necesidad de digitalización y deslocalización de los servicios de las mismas empresas. La gran demanda laboral de profesionales IT, se encuentra en constante expansión y muy lejos de ser satisfecha, o por lo menos así lo demuestra la abundante información que continuamente circula por diarios, revistas digitales, noticias de TV, internet, etc. Donde con frecuencia se nos informa que año a año hay un gran número de puestos de trabajo vinculados al sector IT que quedaron sin cubrir. Nos preguntamos entonces: ¿Por qué, las carreras relacionadas con la IT no desbordan de estudiantes? ¿Por qué es tan bajo el número de estudiantes que egresan? El modelo de calidad que proponemos nos invita a repensar los componentes esenciales del proceso enseñanza/aprendizaje. Cuando hablamos de calidad educativa, a menudo la atención se dirige al rendimiento de los estudiantes, lo que a nuestro criterio resulta por lo menos incompleto, dado que la calidad en este sentido debiera ser el resultado de evaluar todos los componentes involucrados, incluido el proceso mismo. Planteamos entonces la

necesidad de un concepto de calidad holístico, es decir, una guía para medir y mejorar todos los componentes, incluyendo la perspectiva y la demanda de todos los interesados. El modelo EDPC (Estudiante-Docente-Proceso-Contenido) se centra en los componentes básicos e indispensables y se ocupa de conocer y satisfacer a quienes participan del proceso enseñanza-aprendizaje, pero también a quienes esperan a nuestros profesionales egresados para contratarlos, esto resulta esencial para cubrir la brecha entre la oferta y la demanda laboral existente. En el mundo, diversos estudios proponen retroalimentación personalizada de datos los trayectos de los y las estudiantes y detectan factores que afectan de manera positiva y negativa. Conocer el efecto que nuestra docencia tiene en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes y hacerlo visible, constituye un marco de referencia innegable. Los estudios y las investigaciones pueden provenir de ciudades y culturas diferentes, pero nos interesa todo lo que sucede en la educación como fenómeno global y fundamentalmente en nuestro ambiente de trabajo más próximo, comenzando por el aula (presencial o virtual), nuestra institución, nuestra comunidad, etc.

Palabras clave: modelo, calidad educativa, proceso, enseñanza/aprendizaje, prácticas educativas abiertas.

Abstract

In the world, the demand for information technology (IT) professionals has been growing steadily for years and in these times of pandemic/post-pandemic it has increased due to the transformation of working conditions and the need for digitization and relocation of the services of the same companies. The great labor demand for IT professionals is constantly expanding and far from being satisfied, or at least this is demonstrated by the abundant information that continuously circulates through newspapers, digital magazines, TV news, the Internet, etc. Where we are often informed that year after year there are a large number of jobs linked to the IT sector that remain unfilled. We ask ourselves then: Why are IT-related careers not overflowing with students? Why is the number of graduating students so low? The quality model that we propose invites us to rethink the essential components of the teaching/learning process. When we talk about educational quality, attention is often directed at student performance, which in our opinion is at least incomplete, since quality in this sense should be the result of evaluating all the components involved, including the educational process. same. We therefore propose the need for a holistic quality concept, that is, a guide to measure and improve all components, including the perspective and demand of all stakeholders. The EDPC model (Student-Teacher-Process-Content) focuses on the basic and essential components and deals with knowing and satisfying those who participate in the teaching-learning process, but also those who wait for our graduate professionals to hire them, this results essential to cover the gap between existing labor supply and demand. In the world, various studies propose personalized data feedback on student journeys and detect factors that affect them positively and negatively. Knowing the effect that our teaching has on the teaching/learning process of students and making it visible constitutes an undeniable frame of reference. Studies and research may come from different cities and cultures, but we are interested in everything that happens in education as a global phenomenon and fundamentally in our closest work environment, starting with the classroom (face-to-face or virtual), our institution, our community etc.

Key Words: model, educational quality, process, teaching/learning, open educational practices.

Introducción

El término “calidad educativa”, aparece rápidamente asociado a un sin número de investigaciones que describen innumerables factores que lo afectan de manera positiva y negativa. Así lo demuestra uno de los estudios más

recientes e importantes, al menos en cuanto al volumen de datos, una investigación basada en 800 metaanálisis que han supuesto un total de 50.000 estudios y una muestra de 80.000 estudiantes (Hattie, J., 2015).

Conocer el efecto que nuestra docencia tiene en el aprendizaje de los y las estudiantes, conocer, escuchar, atender y satisfacer a quienes participan en un proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta esencial para quien está interesado en mejorar algo. En este sentido, la técnica: “Analítica de aprendizaje” (Pardo, 2014), propone una retroalimentación personalizada de datos de trayectos de los y las estudiantes. Así, el modelo EDPC se enfrenta a ese desafío, considerando a los actores esenciales en un primer nivel o versión simplificada, y a todos los que puedan sumarse en una versión más amplia.

En cuanto a los contenidos, también es posible establecer estándares o criterios de calidad, no solo desde sus aspectos técnicos, sino también a los pedagógicos, y en este sentido, de las nuevas tecnologías surgen ideas y propuestas muy originales sustentadas en las TIC. Un ejemplo de ello, son los Objetos de Aprendizaje, para los que existen estándares de calidad, que definen requisitos mínimos técnicos-funcionales, como: Interoperabilidad, accesibilidad y durabilidad. También resulta desafiante conocer la influencia del uso de TIC, REA y PEA en los aspectos mencionados

Pilares, principios y fundamentos científicos del modelo

El principal compromiso de este trabajo es proveer una guía que permita construir un modelo de calidad, analizando y sistematizando los factores considerados de interés para una determinada comunidad, buscando la evidencia que determine debilidades, fortalezas y oportunidades para mejorar las prácticas educativas y mejorar la calidad de nuestra educación.

Como partes de una sociedad que demanda soluciones a nuevos problemas constantemente, el modelo se basa en tres áreas de la ciencia: la Ingeniería de Software, los estándares internacionales para la educación de calidad y los aportes más recientes de la neuroeducación.

La NeuroEducación es la disciplina que estudia el funcionamiento del cerebro durante el proceso de enseñanza-aprendizaje: analiza el desarrollo del cerebro humano y su reacción a los estímulos, que posteriormente se transforman en conocimientos (Cristina Saez, 2014).

Descripción del modelo EDPC

El Modelo EDPC propuesto se enfoca en cuatro componentes esenciales e imprescindibles en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, donde E representa al ESTUDIANTE colocado en primer orden por ser considerado el principal componente y la razón de la existencia del proceso enseñanza-aprendizaje, D representa al DOCENTE, en segundo orden y es quien debe mantenerse sensible a todo lo que sucede en el escenario que lo vincula fuertemente con el estudiante y los contenidos. La P representa al PROCESO que involucra a todos los componentes (interacciones, datos, informes y resultados) que pretende abarcar el modelo en su mínima expresión, por último, la C, los CONTENIDOS, creados o propuestos y seleccionados cuidadosamente por los docentes, que finalmente serán accedidos por los estudiantes.

Para la definición del modelo no se consideró una única definición de “calidad educativa” resultante de una determinada corriente de pensamiento o filosofía, sino que se considera que el concepto debe construirse en cada escenario de trabajo, teniendo en cuenta los actores que intervienen, los que serán consultados, para hallar en un primer momento las dimensiones “aun cuando la calidad haya sido definida y/o medida en base a un número de indicadores”, no será más que un acercamiento, una aproximación en el camino que luego se tome para intentar alcanzarla. La Figura 1 presenta los cuatro elementos esenciales del modelo con las interacciones desarrolladas en

un escenario institucional, que a su vez es contenido por un escenario más amplio. Cada escenario desde lo particular (por ej. el aula o curso) hasta el más general o global proponen condiciones, reglas, estándares que se esperan alcanzar como resultado del proceso de enseñanza aprendizaje.



Figura 1. Modelo de Calidad EDPC: Estudiante – Docente – Proceso – Contenido

Etapas para la aplicación del modelo

Para la aplicación del Modelo propuesto, se han definido 3 etapas. Las mismas son descriptas a continuación.

Etapa N°1: Recolección de datos

Etapa N°2: Hallar dimensiones

Etapa N°3: Construir los indicadores para la medición y valoración de cada uno de los componentes

Planificación e instanciación de EDPC

Para la aplicación del modelo, se deben caracterizar y describir los atributos de calidad de cada componente. Por razones de espacio a continuación abordamos uno de los componentes, el componente elegido del modelo es: ESTUDIANTE. En nuestra investigación surgieron características tales como: valores, habilidades, competencias, destrezas deseables o esperables de los estudiantes. El objetivo era llegar a características medibles, que nos permitieran trabajar en la obtención de esas cualidades o atributos consensuados y deseados para nuestros estudiantes. Para ello, se siguió el siguiente esquema de trabajo y generación de documentos:

Para instanciar el modelo propuesto. Se aplicaron cada una de las tres etapas prevista en el modelo de calidad propuesto.

ETAPA 1: Recolección de Datos. Creación de una pregunta de investigación: Se debe establecer cuál es el objetivo principal de la investigación. En nuestro caso planteamos el interrogante: ¿Qué es un buen estudiante, para el mundo y para nuestra comunidad? El escenario planteado era tanto en el ámbito local/regional como en el global. Se necesitaba saber la percepción del mundo y de la comunidad sobre las necesidades, habilidades y competencias necesarias para satisfacer la oferta laboral, para ello se consideraron dos dominios como fuentes de información. A continuación, y como parte de la etapa 2 del modelo se procedió a categorizar cada uno de los dominios de estudio.

ETAPA 2: Hallar dimensiones:

A nivel Global (basado en estudios recientes)	A nivel Local/Regional (por medio de encuestas)
--	--

Los mismos actores para los dos niveles	
i. Estudiantes – ii. Docentes – iii. Directivos, administrativos de la institución – iv. Familia – v. Mercado laboral – vi. Otros	
Instrumentos de Estudio en los dos niveles abordados	
basado en estudios recientes y de fuentes confiables a nivel nacional e internacional	por intermedio de encuestas a la parte local, regional y nacional (instrumentada a través de formularios en la web)
Análisis y estudios de los datos e información recopilada para realizar la limpieza de los datos. Evitando duplicaciones, datos sucios o faltantes, entre otros. Se utilizarán técnicas estadísticas para el análisis, clasificación y tipificación de los datos obtenidos.	

El análisis de los resultados de las encuestas requiere establecer un sistema de categorías. Este proceso es iterativo, cíclico y requiere leer y releer las respuestas, además de interpretación y consenso que llegarán a un final cuando las respuestas ya no aporten nada nuevo a los resultados, es decir cuando la tendencia difícilmente pueda tomar un rumbo imprevisto con las respuestas que se reciban sobre el final. Así, de la encuesta surge que los principales actores de la comunidad educativa utilizan términos diferentes para indicar lo que consideran como un “buen estudiante, un buen docente, un buen proceso y un buen contenido”. La tabla 1 muestra Las palabras más empleadas, ordenadas desde mayor a menor frecuencia para la componente estudiada en este trabajo: ESTUDIANTE.

Componente	Grupos encuestados (en proceso el mercado laboral)			
Estudiante	constancia	responsable	responsable	responsable
	dedicación	colabora	voluntad	respeto
	responsable	compromiso	confianza	estudioso
	curiosidad	cumplidor	curiosidad	dedicado
	voluntad	ordenado	Honesto	puntual

Tabla 1: Características de la componente bajo estudio: ESTUDIANTE

A modo de ejemplo, al indagar acerca de los posibles motivos por los que los estudiantes abandonan la carrera y suponemos que ¿Tienen horarios de trabajo que les restan tiempo de estudio?, pudimos observar que una de las causales del abandono de estudios puede deberse a la dificultad de cursar una carrera al mismo tiempo que se tiene un trabajo. Los estudiantes parecen decir que la mayoría tiene dificultad para hacer ambas cosas. Docentes, directivos y hogares creen que solo algunos tienen esta problemática.

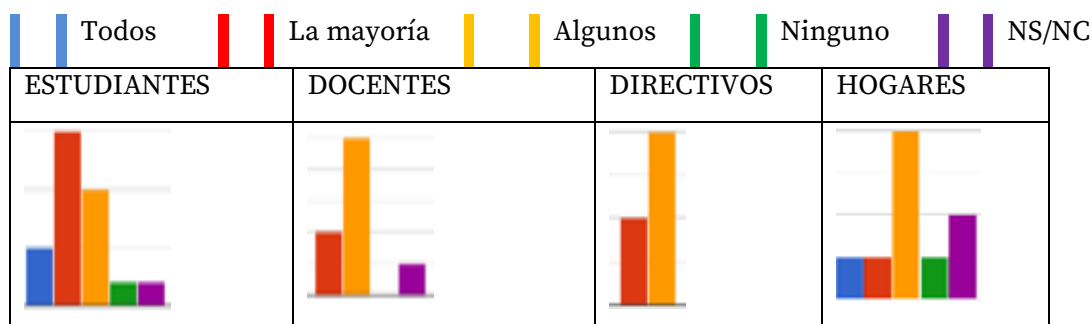


Figura 2. Encuesta sobre el motivo de deserción

ETAPA 3. Construcción de indicadores y asignación de pesos: Como se mencionó previamente, se deben definir los indicadores para la componente en función de los criterios establecidos por los interesados. Para el caso de la

componente ESTUDIANTE, el peso debe ser el más preponderante, por lo que, en general, no debería ser inferior al 50%.

En esta etapa, se ha definido un conjunto de métricas e indicadores que nos permiten tener una aproximación cuantitativa a cada característica y subcaracterística del modelo propuesto. Así a modo de ejemplo, se muestra el indicador definido para evaluar el acompañamiento de la institución:

Acompañamiento de la institución =	}	Excelente	(1) Acomp_Inst <10%
		Bueno	(0,6) 10%<=Acomp_Inst <30%
		Regular	(0,3) 30%<=Acomp_Inst <60%
		Malo	(0,05) Acomp_Inst>= 60%

De esta misma manera se definieron el resto de los indicadores.

Conclusiones

Actualmente, el proyecto se encuentra en plena ejecución. La etapa 1, recolección de datos, es la que permanentemente está en ejecución y retroalimentándonos. La instanciación del modelo nos permite conocer una tendencia de las opiniones, además de incrementar la base de datos con datos e información que continuamos recibiendo. Se ha logrado identificar términos o características deseables o esperables en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que permitieron la definición de métricas e indicadores que son los instrumentos para medir, corregir, mejorar o cambiar las tareas y procesos que son el motor de la educación, enfocados en los distintos actores que en ella intervienen. Las bondades que presentan las tecnologías de la información, y el nuevo escenario con la pandemia y postpandemia han potenciado las prácticas educativas abiertas como también el uso de los recursos educativos abiertos. A tal punto que son el soporte, para parte de esta investigación en lo que respecta al alcance que se logra y las posibilidades que se abren.

En este trabajo se ha podido recolectar datos e información variada desde la perspectiva de los distintos actores. Entre los términos que se hacen común en las percepciones tanto de estudiantes como docentes surgen: paciencia, dedicación, puntualidad, constancia, responsabilidad, actitud, educado, ordenado, colaborador, atento, curioso, predisuesto, etc. La obtención de estas características permite tener una categorización de las opiniones y posterior tabulación para su análisis y estudio. Estas características y atributos se obtuvieron desde la opinión de diversos actores como estudiantes, docentes, sociedad, expertos consultados, entre otros. En base a ello se han definido métricas e indicadores que posibilitaron realizar la medición de cuánto se estaba cumpliendo el modelo de calidad propuesto. La posibilidad de generar informes al utilizar el modelo sirve como documentación que permita seguir la historia de la evolución del proceso educativo, a través de la comparación de la situación actual con la situación futura, aportando a la mejora continua del proceso de enseñanza aprendizaje.

Bibliografía

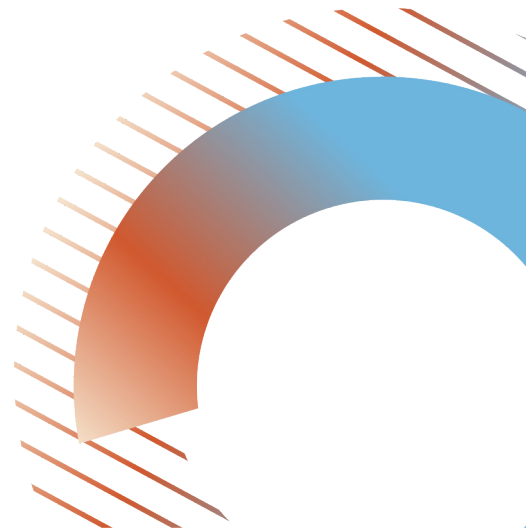
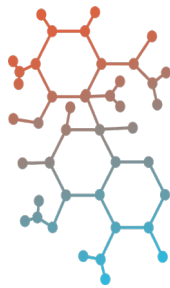
- Deming, W. Edwards (1994) LA NUEVA ECONOMÍA. Para la industria, el gobierno y la educación.
- Hattie, J., & Zierer, K. (2020). A GUIDE TO VISIBLE LEARNING. VISIBLE LEARNING IN THEORY AND PRACTICE. In R. FreeBook (Ed.).
- Pardo, A. (2014). Learning Analytics.

Webgrafía

Saez, Cristina (2014) NEUROEDUCACIÓN, O CÓMO EDUCAR CON CEREBRO

<https://cristinasaez.wordpress.com/2014/10/06/neuroeducacion-o-como-educar-con-cerebro/>

Ingeniería Industrial



Ecoetiquetas como instrumento en la producción sustentable

Ecolabels as an instrument in sustainable production

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Pérez, Rita Mabel.

rmperez@frc.utn.edu.ar

Kunda, Beatriz del Valle.

bkunda@frc.utn.edu.ar ;

Bonaiuti, Ricardo.

rbonaiuti@frc.utn.edu.ar;

Caminos, Constanza Carolina.

ccaminos@frc.utn.edu.ar ;

Carrizo, Blanca Rosa.

bcarrizo@frc.utn.edu.ar;

Resumen

Este proyecto de Investigación tiene como objetivo general evaluar la factibilidad de la creación de una ecoetiqueta nacional argentina y regional para el Mercosur capaz de certificar la calidad de productos y servicios que cumplan con la mitigación del cambio climático, la sustentabilidad y la sostenibilidad planetaria para el 2026 en aras de constituirse como un instrumento principal de la gobernanza medioambiental. En el marco de ampliar el desarrollo de dicho proyecto, se ha puesto interés en los aspectos que dieron origen a la generación de criterios internacionales para la clasificación de ecoetiquetas mediante el análisis desde distintas perspectivas, incluyendo datos cualitativos y cuantitativos, de triangulación metodológica, que serán contrastados con múltiples métodos, variedades de datos, investigadores y teorías, en el estudio de un mismo objeto.

Palabras clave: Economía ambiental; Análisis del ciclo de vida (ACV); sustentabilidad; economía verde, productos verdes.

Abstract

The general objective of this research project is to evaluate the feasibility of creating an Argentine national and regional ecolabel for Mercosur capable of certifying the quality of products and services that comply with climate change mitigation, sustainability and planetary sustainability for the 2026 in order to establish itself as a main instrument of environmental governance. Within the framework of expanding the development of said project, interest has been placed on the aspects that gave rise to the generation of international criteria for the classification of eco-labels through analysis from different perspectives, including qualitative and quantitative data, methodological triangulation, which they will be contrasted with multiple methods, varieties of data, researchers and theories, in the study of the same object.

Keywords: Environmental economics; Life Cycle Assessment (LCA); sustainability; green economy, green products.

1. INTRODUCCIÓN

A principios de los años 90, la Unión Europea se convierte en el principal organismo mediador entre el mercado y el cuidado del medio ambiente mediante la creación de un marco jurídico para tal fin. Frente a este marco internacional, en 1992 se crea la primera ecoetiqueta regional “The UE Ecolabel of environmental excellence” que se encuentra orientada a certificar productos y servicios que cumplen con altos estándares dentro de su ciclo de vida. Desde la extracción de las materias primas, hasta la producción, distribución y su descarte.

Factores como el crecimiento demográfico, la desigual distribución de territorios a la población, el rápido apogeo de la urbanización ha provocado, no sólo a nivel mundial sino también a nivel de nuestro país, el surgimiento de una crisis ambiental sin distinguir fronteras.

En este punto juega un papel importante la sustentabilidad como atributo vital para los proyectos de crecimiento económico y social dentro de una economía verde. Tal es así que, la economía verde no va en contra ni del mercado ni del libre comercio, simplemente trasciende el modo de producción actual al incorporar variables sociales y ambientales en él. **(Campos M., 2011, p.)**

Otro punto a destacar es la relación que existe asociar la sustentabilidad a supuestos atributos de atraktividad de las inversiones en el entorno de la competencia y gobernanza global.

Es decir que, estamos frente al camino para conducir las ciudades hacia un futuro sustentable promoviendo la productividad en el uso de los recursos medioambientales y fortaleciendo las ventajas competitivas.

Desde las políticas mundiales, regionales y locales se busca el aprovechamiento y transformación responsable y consciente de recursos naturales y el medio ambiente, preservándolos para las futuras generaciones.

En el caso de nuestro país, y en materia específicamente ambiental, cada provincia tiene potestad de gestionar sus recursos naturales, ejerciendo las competencias ambientales primarias tanto en materia de financiamiento como de poder de policía. La necesidad de dar veracidad en materia de sustentabilidad, ha dado origen a diversos instrumentos de gestión de la producción; como también, a mecanismos de mercado como son las normas, certificaciones y ecoetiquetas.

Se sabe que las primeras ecoetiquetas atraían consumidores que procuraban reducir el impacto de sus actos de consumo, utilizando postulados como “reciclable”, “amigable con el ambiente”, “bajo consumo energético” o “contenido reciclado” **(Guillet S., 2014, p.37)**.

Las ecoetiquetas surgieron como un fenómeno global siguiendo la Agenda 21 de la Cumbre de la Tierra de Río en 1992 como un “paradigma de sistematización y enfoques políticos integrados” hacia promover la producción sostenible y consumo.

En nuestro país, “La Cámara Empresaria de Medio Ambiente de Argentina (2009) define a las etiquetas ecológicas como logotipos otorgados por un organismo oficial que indican que el producto que la lleva tiene baja incidencia medio ambiental y que, por tanto, es más respetuoso con el entorno que otros productos que cumplen la misma función. Son de carácter voluntario y, generalmente, cuentan con el soporte de los Análisis de Ciclo de Vida del producto (ACV) “. Además, para cada categoría de productos hay criterios que permiten la concesión de la

ecoetiqueta por un período de hasta tres años que, siempre, estará bajo el control del organismo que otorga la ecoetiqueta.

El presente trabajo, tiene por objetivo describir, analizar y clasificar las ecoetiquetas como parte indispensable de un producto o servicio amigable con el medio ambiente, es decir, como parte de la economía verde y en general con la intención de contribuir al objetivo de investigación general para evaluar la factibilidad de la creación de una ecoetiqueta nacional argentina y regional (Mercosur).

II. DESARROLLO

Actualmente, las economías mundiales son dominadas por el mercado capitalista que busca la generación de utilidades por encima de las necesidades sociales integrando los factores ecológicos como parte de las preocupaciones sociales vigentes como por ejemplo el cuidado del medio ambiente.

En este contexto, en 1972, surge el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) cuya función principal es promover la cooperación internacional en lo que se refiere a políticas y acuerdos para el cuidado del medio ambiente que tendrá sus efectos en las economías regionales. Un tipo de economía que está fundada en estos principios es la llamada economía verde.

“La economía verde no va en contra ni del mercado ni del libre comercio, simplemente trasciende el modo de producción actual al incorporar variables sociales y ambientales en él.” (Campos M. ,2010 p.1).

La economía verde surge en 1989 y es definida como un conjunto de modelos de producción integral e incluyente que incorpora variables ambientales y sociales, también produce bajas emisiones de carbono y utiliza los recursos naturales más eficiente. Además, el PNUMA, afirma que el desarrollo sostenible se puede entender como “el desarrollo que mejora la calidad de vida de los pueblos y las naciones sin comprometer la de las futuras generaciones”. (Campos M. ,2010 p.2)

Es importante notar que el consumo irresponsable lleva consigo una problemática de índole ambiental que sin duda repercute en el plano económico-social y que ha llevado a concebir una alternativa de búsqueda de sustentabilidad a partir de la integración de tres variables: ambiente, economía y sociedad. De modo que, surgen nuevas variables en los entornos de producción y se pone en valor la importancia del papel del etiquetado de productos para mejorar la seguridad, la eficiencia ambiental y la calidad de los productos de consumo sumado al fin de proteger al consumidor proporcionándole información adecuada para permitir la mejor decisión de compra, a través del etiquetado. (Iraldo F., Griesshammer R., Kahlenborn W., 2020, p.1)

De acuerdo a la información que suministran las ecoetiquetas podemos establecer diferentes tipologías de ecoetiquetas. Actualmente, hay más de 300.000 certificaciones ISO 14001 en 171 países de todo el mundo. No obstante, en el análisis del ciclo de vida de productos y ecoetiquetado que forman parte de este trabajo de investigación se pueden citar diferentes clasificaciones, a saber:

La primera división surge de acuerdo al efecto o resultado asociado a las ecoetiquetas y en este sentido podemos segmentarlas en: positivas, negativas o neutras. (Tabla I)




Tipo	Características	Ejemplo
Positivas	Comparan ventajas de bienes o servicios de la misma categoría.	 <p>La certificación PEFC garantiza la trazabilidad de los productos procedentes de los bosques y nos indica que el origen del papel, la madera y otros productos forestales, como pueden ser el corcho o las setas que adquirimos, no proceden de una tala ilegal sino de bosques gestionados de manera sostenible</p>
Negativas	Advierten sobre algún peligro asociado a determinado producto y, generalmente, son obligatorias por leyes u otras reglamentaciones.	 <p>La Huella de Carbono de los Productos es un sistema que muestra la huella de carbono de los productos en el empaque, lo que permite a los consumidores dar el primer paso hacia la reducción de emisiones fomentando la compra de productos con la menor huella de carbono.</p>
Neutras	Detallan alguna(s) característica(s) relacionadas a aspectos del bien que se ofrece sin realizar una valoración de la información ofrecida.	 <p>Indica la ausencia de organismos genéticamente modificados en la agricultura e identifica a aquellos productos que han sido cultivados o criados con métodos que conservan, cuidan y favorecen el medio ambiente.</p>

Tabla I. Clasificación de ecoetiquetas de acuerdo al efecto. Elaboración propia.

La segunda clasificación está sujeta a la exigencia en su como instrumento legal.

Tipo	Definición.	Ejemplo de uso
Etiquetado ambiental obligatorio	Refleja uno o varios aspectos ambientales y deben ser incluidos para cumplir con la legislación.	Relativos a toxicidad, inflamabilidad, riesgo de explosión o alto poder contaminante.
Etiquetado ambiental voluntario	Indica que se cumple con altos requisitos de protección ambiental sin entrar en su valoración o exigencia.	Tipo I, Tipo II y Tipo III

Tabla II. Clasificación de ecoetiquetas según el campo legal. Elaboración propia.

Dentro del segundo grupo se mencionan como ejemplos de uso las etiquetas Tipo I, Tipo II y Tipo III que tienen en común el hecho de ser de carácter voluntario y además, otorgan mayor grado de aceptación por depender de una entidad fiable externa y no de la propia organización que fabrica el producto.

Esta segmentación de Tipo I, Tipo II y Tipo III forman parte de la última clasificación (Tabla III)




Tipo	Descripción	Certificación.
I	Conocidas también como ecoetiquetas. Certifican que el ciclo de vida de un producto o un servicio es más beneficioso con el medio ambiente en comparación con otro producto o servicio que cumple la misma función. La más difundida como la primera ecoetiqueta de Tipo I fue el Ángel Azul.	 Requiere de la certificación de un tercero.
II	Este tipo de sello, se relaciona con el círculo de Möbius. La misma organización declara mediante alguna leyenda que se trata de un producto o servicio amigable con el ambiente.	 No requieren de la certificación de un tercero.
III	En ellas es necesario describir el proceso de fabricación o ciclo de vida del producto en una secuencia paso a paso, reflejando que se trata de un producto respetuoso con el ambiente.	 Declaración Ambiental Suecia Requiere de la certificación de un tercero.

Tabla III. Clasificación de ecoetiquetas por grado de aceptación. Elaboración propia.

Existen alrededor de 456 ecoetiquetas para diferentes fines específicos, por ejemplo, orientadas a la construcción, a la agricultura, a la preservación de la flora y fauna, entre otras áreas de interés económico y social. (Ecoetiquetas)

III. CONCLUSIONES

Cada vez más, se menciona la conciencia del consumidor y la sensibilidad ambiental frente a la oferta por parte de las empresas y la demanda social. Por esta razón, las empresas de consumo utilizan productos ecológicos.

Las empresas que utilizan ecoetiquetas en sus productos tienen la oportunidad de crear conciencia y generar competencia con los productos que producen y los servicios que ofrecen.

También, se puso en contexto que las ecoetiquetas son instrumentos de origen voluntario, que son reguladas por una familia de normas que otorgan validez y confianza al momento de pensar en una inversión económica destinada a tal fin.

El contar con un instrumento de gestión comprobado internacionalmente genera confianza basada en la creación de criterios globales que puede ayudar a los gobiernos como el de nuestro país a insertarse en el modelo que propone el desarrollo sustentable.

Como se mencionó, el presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de analizar el origen y clasificación del ecoetiquetado como efecto del cambio en la sociedad que se preocupa por el medio ambiente y las políticas que se encuadran dentro de lo conocido como economía verde.

No obstante, el desafío se encuentra en mostrar y analizar todos los aspectos que rodean el mal uso de las ecoetiquetas por parte de fabricantes tentados a hacer afirmaciones engañosas, lo que confunde a los consumidores con pensar que los productos son mejores de lo que realmente son.

Lo que se pretende es, poner en la mesa de debate de las instituciones que gobiernan la importancia y beneficio del uso de las ecoetiquetas que debe ser un proceso confiable a partir el conocimiento de su aplicabilidad sabiendo que cubren diferentes aspectos de acuerdo a su clasificación.

Referencias

1. Campos, M. (2011). *"Economía verde"*. Cegesti.
2. Guillet, S. (2014). *"Ecoetiquetado en el Mercosur: Potencialidades del enfoque regional de modalidades de producción y consumo sustentable"*. Universidad de Buenos Aires. Disponible en: http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-0534_GilletS.pdf
3. Ecoetiquetas. Disponible en <https://www.ecolabelindex.com/ecolabels/>
4. Iraldo, F., Griesshammer, R. & Kahlenborn, W.(2020). "El futuro de las ecoetiquetas." Evaluación del ciclo de vida de Int J 25, 833–839. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01741-9>

La educación superior en el territorio de Rafaela. Detección de nuevas necesidades de formación profesional en tecnología en el rubro metalmecánico.

Higher education in the territory of Rafaela
Detection of new needs for professional training in technology in the metal-mechanic field.

Eduardo C. Monier

Investigador Proyecto, Integrante de Grupo Giamnci (Grupo de Investigación en aplicaciones de métodos numéricos en ciencia e ingeniería), UTN Facultad Regional Rafaela-Santa Fe-Argentina
ecmonier@gmail.com;

Javier Fornari

UTN Facultad Regional Rafaela-Santa Fe-Argentina
javier.fornari@frra.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se pretende conocer y definir necesidades de la educación superior en el territorio de Rafaela, desde la óptica principalmente del empresario a fin de detectar las nuevas necesidades de formación profesional en tecnología en el rubro metalmecánico. Estas necesidades se detectaran a través de empresarios, a fin de encontrar las disciplinas ausentes en el territorio y que las encuestas a empresas inmersas en el mundo globalizado, necesitan para seguir siendo competitivas en este mercado a corto y mediano plazo. A fin de generar círculos virtuosos donde el sector educativo forme profesionales de una rápida salida laboral y que estos aportan soluciones rápidamente en las empresas para que el desarrollo profesional mejore nuevamente y de nuevo tengamos nuevas disciplinas que implementar. Parecen situaciones ideales, pero desde el punto del desarrollo territorial y las relaciones público-privadas ya existentes en la región, es un nuevo reto alcanzable, para los próximos años.

Palabras clave: necesidades formativas terciarias, educación superior, formación rubro metalmecánicos

Abstract

In the present work, it is intended to know and define the needs of higher education in the territory of Rafaela, mainly from the perspective of the entrepreneur in order to detect the new needs of professional training in technology in the metal-mechanic field. These needs will be detected through businessmen, in order to find the disciplines absent in the territory and that the surveys of companies immersed in the globalized world need to remain competitive in this market in the short and medium term. In order to generate virtuous circles where the education sector trains professionals with a quick job opportunity and who quickly provide solutions in companies so that professional development improves again and once again we have new disciplines to implement. They seem ideal situations, but from the point of territorial development and public-private relations already existing in the region, it is a new achievable challenge for the coming years.

Keywords: tertiary training needs, higher education, metalworking sector training

Introducción

Desde distintos ámbitos se valoran o generan nuevas alternativas de formación educativa superior, pero en ciertas oportunidades carecen de una mirada integral de las ofertas presenciales existentes. Esto lleva, en algunas oportunidades, a destinar esfuerzos y recursos en alternativas educativas similares a las existentes o poco relevantes para el territorio. Con el presente estudio se pretende generar una serie de análisis a través de encuestas acerca de cómo relevar las necesidades educativas del territorio, específicamente en empresas del rubro metalmeccánica, a fin de saber cuáles son y si están satisfechas o no, por las ofertas educativas existentes. La problemática inicial es analizar e identificar las necesidades dentro de las empresas, a fin de relevar la formación de sus integrantes y las nuevas tecnologías que incorporan. Por otro lado, se utilizan fuentes informativas existentes tales como: relevamiento socioeconómico, relevamiento de empresas, encuestas a estudiantes secundarios del ICEDeL, nuevo personal incorporado por las empresas, o falencias de su personal que tengan las mismas, siendo esto relevado desde sus departamentos de Recursos Humanos. Con estos datos se analizan las necesidades de las empresas y si estas se corresponden con las formaciones existentes en el territorio, estaremos ante la presencia de una disciplina o competencia de formación superior de prioridad para el territorio. Pregunta problema ¿Cuál son las necesidades prioritarias de recursos humanos en las empresas del rubro metalmeccánico y de formación en educación tecnológica superior que deben generarse en el territorio a corto y mediano plazo?

Como conclusión obtendremos las principales competencias que deben tenerse en cuenta en las actuales y futuras carreras a corto y mediano plazo.

Desarrollo

Este estudio se desarrolla a través de la explotación de variables cuantitativas, de un alcance descriptivo con un enfoque secuencial probatorio. (Sampieri, 2014).

La primera etapa, se estudia las encuestas a los alumnos egresados de escuelas secundarias de la ciudad de Rafaela, (ICEDeL, 2020), en el año 2018-2019, para relevar las carreras cortas más elegidas para estudiar dentro y fuera de la ciudad. De aquí se tendrá un ranking de carreras más o menos elegidas y con un número de alumnos que así lo mencionaron. Con estos datos y antes de proceder a encuestar a representantes de gremiales empresarias y de empresas, se definirá una encuesta a fin de relevar datos de dichas empresas, tales como: productos que desarrollan, principales problemas que afrontan en cuanto a incorporación de tecnología, problemas que impiden un normal crecimiento de la empresa y en que disciplina, cantidad de personal, últimas incorporaciones en el último año y que nivel académico poseen su personal, que formación específica, y si ha incorporado personal de otros territorios. Las variables de estudio son las siguientes: a. Profesional, b. De Gestión del Conocimiento c. Tecnológico d. Epistemológico e. Equipos de trabajo f. Económico g. Cultural.

El presente estudio se realiza a través de encuestas y preguntas concretas y cerradas, priorizando de forma efectiva las disciplinas más necesarias para resolver las problemáticas actuales o a futuro que experimentan los dirigentes en su empresa. Dado que el presente estudio es de corte cuantitativo, se ha creído conveniente adoptar la presente herramienta de análisis, considerando también que las personas encuestadas no disponen de un tiempo prolongado para responder y brindar este tipo de información. La población de empresas del rubro metalmeccánico es de 172 empresas en el territorio con más de 50 empleados son solo el 5% y que suman alrededor de 9 empresas. De las cuales podemos clasificar en producción de bienes, servicios, publicidad y producción de repuestos. En las encuestas a los representantes de empresas o cámaras, se debe ser claro en cuáles son las tecnologías que ellos manejan dentro de sus cadenas de valor, cuáles son sus productos, vida útil promedio del desarrollo de sus productos y desde este punto de vista, definir si su problemática es el dominio de tecnologías, dentro de su cadena de valor o es su producto que carece de aplicación de nuevas tecnologías que impiden su crecimiento, descartando los problemas coyunturales que pueden existir o no, en el territorio. Las áreas como cadenas de valor se definen para un producto desde su definición o diseño, proveedores, logística externa e interna, producción, importación y exportación, y formas de comercialización.

En resumen, en la siguiente Figura 1, se describe los puntos a relevar de las necesidades del territorio y se ha clasificado diferentes tipos de preguntas bases a realizar a los representantes, donde a través de encuestas se realiza la recolección de datos para el desarrollo del estudio. Debajo de cada columna de representantes se ha colocado las características de las preguntas bases.

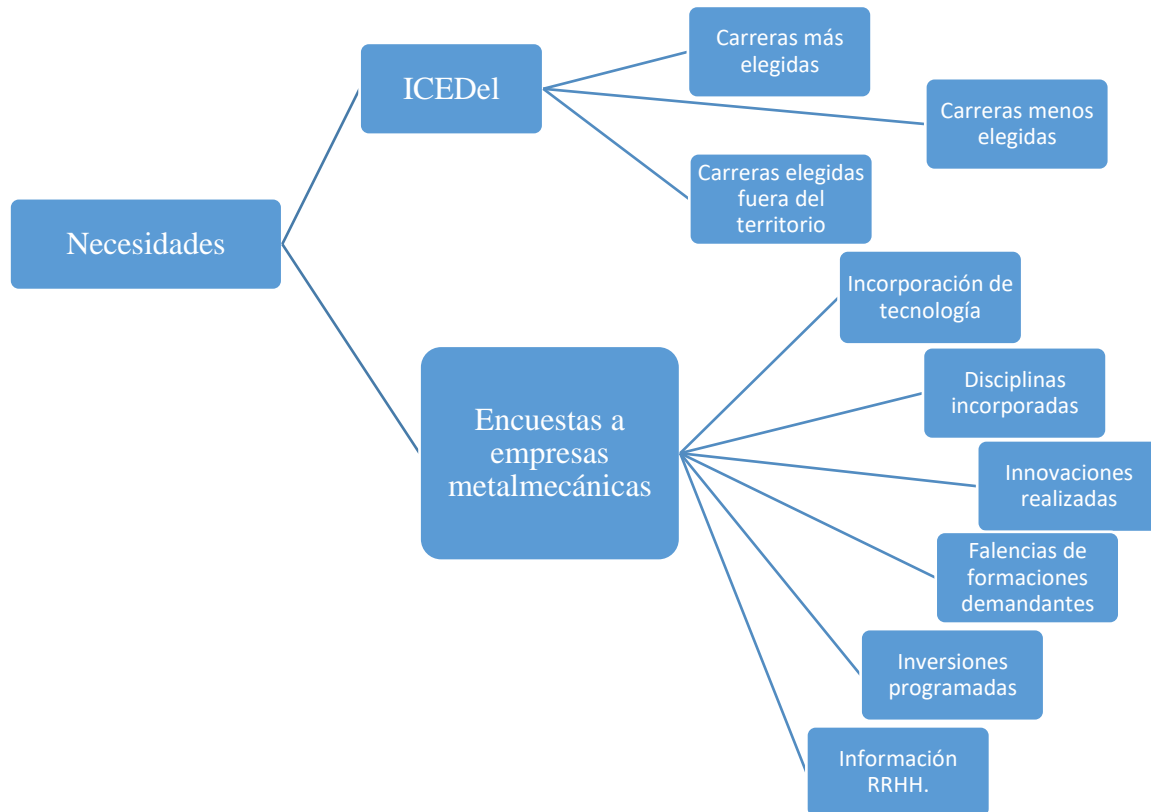


Figura N° 1 – Lineamientos generales a seguir

Análisis de resultados

Para el abordaje de las necesidades de desarrollo y formación planteados, se definen algunas variables dimensionales que resultan prioritarias para el presente estudio:

- a. Profesional,
- b. De Gestión del Conocimiento
- c. Tecnológico
- d. Epistemológico
- e. Equipos de trabajo
- f. Económico
- g. Cultural “

(Aránega, 2013, pág. 10)

Visto los resultados obtenidos y procesados en las 7 dimensiones, se puede empezar a definir algunos resultados en cuanto a necesidades de formación que surgen justamente de la valoración y que en algunos casos una dimensión ratifica la falencia o la necesidad evidenciada en otras.

Del análisis global se observa que existen diversas necesidades de que en algunos casos son simplemente la posibilidad de agregar en alguna formación esa disciplina y en otros casos, dada su importancia serán posibles nuevas carrera a corto, mediano o largo plazo. (ICEDeL, 2020), podemos asegurar que:

Del análisis de datos extractados de ICEDeL

El 69,8 % de los estudiantes secundarios deciden estudiar en la ciudad, y dentro de las carreras más elegidas se encuentran las de áreas en informática en diferentes trayectos, desde tecnicaturas a ingenierías. Si podemos agregar que estas en su gran mayoría hacia corto plazo deben aggiornarse para adecuar los términos de industria 4.0 dentro de sus formatos curriculares debido que en las encuestas, las empresas mencionan que es una tecnología a invertir en los próximos años. No descartando carreras de especialización definidas solo para esta nueva disciplina de industria 4.0.

De lo expuesto en cada punto de las dimensiones enumeradas en este análisis y retomando el objetivo de relevar las necesidades a fin de dilucidar competencias que a futuro van a ser necesarias como nuevas formaciones para estudiantes como posible mano de obra especializada de las empresas.

No se puede nombrar carreras en forma específica de cómo se titularán, pero si las competencias que deberán tener para afrontar los nuevos desafíos a corto y mediano plazo se deban cumplir.

Conclusiones

De la figura 2, podemos observar las competencias relevadas:



- Figura N° 2 – Competencias específicas.

Competencias específicas son:

Industria 4.0

Gestión de liderazgo en procesos de cambio

Electrónica e informática

Formación en oficios de soldadura y electricidad

Específicas del sector de frío con aplicación de CO2 refrigeración natural, si bien esta es muy específica de un sector, esta deriva en producciones sustentables, producción más limpia, cuidado del medio ambiente y utilización de energías renovables.

Lo que además se agregan competencias, de idiomas, logísticas, abastecimientos, comercio exterior, home office, y trabajos virtuales versus presenciales y sus potencialidades.

Solo mencionaremos los nombres de nuevas competencias específicas de Industria 4.0 en las empresas es desarrollar y temas específicos que deberían formarse:

Extractado de: <https://proleanerp.com/industria-4-0-ii-tecnologias-implicadas/>



Nota ¹

Figura N° 3 - Industria 4.0

Por todo lo expuesto es simple deducir que exigen nuevas carreras a corto y medianos plazo que deben ser analizadas de acuerdo a las competencias faltantes relevadas y por supuesto que también las actuales en muchos casos siguen vigentes.

Estas decisiones deberían tomarse en ámbitos acordes y con las capacidades para hacerlo y no me atrevo a decir cuáles son esos ámbitos, pero sí que son instituciones que se deben reunir para dialogar y llegar a acuerdos de mutua conveniencia.

Es cierto que se debe pensar que las especializaciones año a año se diversifican y se debe captar más masa crítica de estudiantes no solo de Rafaela y los grupos de alumnos no serán de un número importante y que cada apertura de cursos oscilaran entre 10 y 25 alumnos según los tipos de carreras o formaciones.

Sin lugar a dudas es un nuevo desafío de cara a la próxima década, poder detectar y anticipar las nuevas formaciones, capacidades a formar a nuestros estudiantes, y no solo formarlos y que aprendan sino también que aprendan a aprender en forma autónoma o a su formación continua a lo largo de su vida, un gran desafío pero no menos importante, por qué cada vez los cambios son más rápidos y las innovaciones disruptivas y dejan oficios o capacidades totalmente superadas.

Referencias

2015, UNESCO. (2015). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232697>. En UNESCO, *Rethinking Education: Towards a global common good?* (pág. 92). FRANCIA: UNESCO - ISBN 978-92-3-300018-6.

ACDICAR. (14 de 10 de 2016). *Rafaela productiva 2020*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de <http://rafaelaproductiva.com.ar/pagina/106/educacion-y-capital-humano>

Aránega, S. (09 de 01 de 2013). *Cuaderno 25- De la detección de las necesidades de formación en la universidad*. Recuperado el 14 de diciembre de 2016, de www.octaedro.com: http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/qdu/25cuaderno.pdf

Becerra Rodriguez, F. (2008). Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica. *Innovar Revista de Ciencias*, 20.

¹ Extractado de: <https://proleanerp.com/industria-4-0-ii-tecnologias-implicadas/>

- Bermudez, G. M. (2020). El reto de la educación 4.0: Competencias laborales para el trabajo emergente por la covid-19 . *articulos científicos*, 23.
- CUR. (9 de 12 de 2010). *CUR Consejo Universitario de Rafaela*. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de Consejo Universitario de Rafaela: <https://www.rafaela.gov.ar/nuevo/Seccion.aspx?s=44>
- Daniel Panzera, V. (12 de enero de 2016). *Volkswagen Argentina promueve la formación de profesionales en la industria automotriz*. (D. Panzera, Editor) Obtenido de <https://www.16valvulas.com.ar/volkswagen-argentina-promueve-la-formacion-de-profesionales-en-la-industria-automotriz-2/>
- Deloitte, C. S. (20 de 06 de 2010). *Observatorio Digital*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de Estudio de levantamiento de necesidades tecnológicas en subsectores económicos: http://www.observatoriodigital.gob.cl/sites/default/files/estudio_necesidades_tic_segun_sector_productivo.pdf
- Didriksson, A. (29y30 de 08 de 2008). *Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de IESALC UNESCO: www.iesalc.unesco.org.ve
- Dory Araujo de Cendros, J. B. (2009). Limitaciones de las tecnologías de información y comunicación en la educación universitaria. *Horizontes Educativos*, 24.
- Francisco Alburquerque. (octubre 2004). *El enfoque del desarrollo económico local*. Buenos Aires: OIT.
- G.P.Bunk. (94). *La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales en la RFA*. Recuperado el 14 de 02 de 2017, de Formación Profesional 1/94: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/131116.pdf>
- ICEDeL, I. d. (Setiembre de 2020). *Encuesta a estudiantes que finalizaron estudios 2019*. Obtenido de <http://www.icedel.rafaela.gov.ar/>: <http://icedel.rafaela.gov.ar/archivos/ORDICEdel/AnexoEstudiantes2018.pdf>
- IESALC, U. (16 de 11 de 2020). *Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales*. Obtenido de <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>: <https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/11/acceso-universal-a-la-ES-ESPANOL.pdf>
- Jiménez Ramirez, M. H. (2006). Modelo de competitividad empresarial. *Umbral Científico*, 115 a 125.
- Julio Cesar Tovar-Galvez y German Antonio Garcia Contreras. (2016). EPISTEMOLOGIA DE LA TECNOLOGIA Y SUS IMPLICACIONES DIDACTICAS. *REVISTA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA, CONOCIMIENTO Y SOCIEDAD*, 156.
- Julio Cesar Tovar-Galvez y German Antonio Garcia Contreras. (2016). Epistemología de la Tecnología y sus Implicancias Didácticas. *REVISTA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA, CONOCIMIENTO Y SOCIEDAD*, 156.
- Kearns, D. T. (28 de 09 de 2012). *Entrepreneur*. Recuperado el 28 de 01 de 2017, de Que es benchmarking: <https://www.entrepreneur.com/article/265507>
- Maslow, A. H. (1991). *Motivación y personalidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Méndez Zuñiga, A. (25 de 09 de 2006). *Investigación Educativa*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de Necesidades formativas : Un estado de la cuestión: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2880941.pdf>
- Mintzberg, H. (1989). *Diseño de organizaciones eficientes*. BUENOS AIRES: EL ATENEO.
- Mintzberg, H. (1989). *Diseño de Organizaciones Eficientes*. BUENOS AIRES: EL ATENEO.
- Nelson Antonio Quintanilla Juárez M.E. (marzo 2014). *Herramientas TIC's y la gestión del conocimiento*. El Salvador: Universidad Don Bosco (UDB).
- proLeanERP. (20 de junio de 2018). *Industria 4.0 II: Tecnologías implicadas*. Obtenido de proleanERP: <https://proleanerp.com/industria-4-0-ii-tecnologias-implicadas/>

- Puig, Sabater y Rodriguez. (2012). Necesidades Humanas, Evolución del concepto según la perspectiva social. *Aposta, revista de ciencias sociales*, 12.
- Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Bilbao: Facultad de ingeniería de la Universidad del Deusto.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc GRAW HILL.
- Suarez, L. Y. (Mayo 2015). *La importancia del trabajo en equipo en las organizaciones actuales*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Optimización de la fibra textil animal: Prototipo de desarrollo

Animal Textile Fiber Optimization: Development Prototype

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Blanca Carrizo

GICAPP. Dpto. Ing. Industrial e Ing. Mecánica.
bcarrizo@frc.utn.edu.ar

Marcelo Arcidiácono

GICAPP. Dpto. Ing. Industrial e Ing. Mecánica.
marcidiacono@frc.utn.edu.ar

Jorge Abet

GICAPP. Dpto. Ing. Industrial e Ing. Mecánica.
jabet@frc.utn.edu.ar

Ricardo Bonaiutti

Dpto. Ing. Industrial e Ing. Mecánica.
rbonaiutti@frc.utn.edu.ar

Resumen

El Proyecto “Optimización de producción textil animal a partir de la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático” comenzó sus actividades en el año 2020 con el objetivo de proporcionar un método automático de extracción de características biomecánicas para la clasificación de fibras textiles de origen animal y la consecuente obtención y medición de parámetros específicos que permitan determinar un valor de calidad”.

El aporte fundamental de la propuesta en lo que hace a innovación tecnológica radica en el hecho de que los instrumentos automáticos actuales de análisis de fibras son costosos y presentan algunas dificultades en la medición de fibras entrecruzadas y/o fuera de foco.

Por ello, en una fase más avanzada, se pretende “diseñar un prototipo para el desarrollo de una aplicación que permita utilizar, de forma automática, métricas para la determinación de la calidad de la fibra textil de origen animal”, con la finalidad de transferir el mismo tanto a la comunidad científica como al ámbito tecnológico computacional.

Palabras clave: Relevamiento y análisis de datos. Desarrollo web. Lenguajes de programación. Alojamiento aplicaciones. Métricas

Abstract

The Project "Optimization of animal textile production from the application of automatic learning algorithms" started its activities in 2020 with the objective of providing an automatic method of extraction of biomechanical characteristics for the classification of textile fibers of animal origin and the consequent obtaining and measuring of specific parameters that allow to determine a quality value.

The fundamental contribution of the proposal in terms of technological innovation lies in the fact that current automatic fiber analysis instruments are expensive and present some difficulties in measuring fibers that are crossed and/or out of focus.

For this reason, in a more advanced phase, it is intended to "design a prototype for the development of an application that allows the automatic application of metrics to determine the quality of textile fiber of animal origin", with the aim of transferring the same both to the scientific community and to the computational technological field.

Keywords: Data collection and analysis. Web development. Programming languages. Hosting applications. Metrics.

Introducción

El proyecto “Optimización de producción textil animal a partir de la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático” comenzó sus actividades en el año 2020 con el objetivo de proporcionar un método automático de extracción de características biomecánicas para la clasificación de fibras textiles de origen animal y la consecuente obtención y medición de parámetros específicos que permitan determinar un valor de calidad.

Es importante mencionar que el comercio internacional de fibras sufre pocas regulaciones y básicamente responde a la oferta y demanda. Argentina históricamente ha sido muy competitiva en el mercado mundial de lanas. La competitividad se basa en el volumen que ofrece el país, el bajo costo de producción y la alta calidad.

Los bajos costos de producción se deben a la localización de la producción en ambientes de pastizales naturales y manejo extensivo con bajo nivel de insumos. La calidad de las lanas más finas patagónicas se centra en un muy buen grado de blanco y brillo, pureza, bajos niveles de contaminación vegetal y buena suavidad y en el caso de las fibras de los camélidos silvestres el país tiene grandes oportunidades considerando que es primero en población de guanacos y segundo en vicuñas.

Sin embargo, el acceso del productor medio a tecnología para obtener información precisa y relevante que le permita contar con una ventaja competitiva es escaso.

La evolución de la adopción tecnológica es lenta en los sistemas ganaderos extensivos. Los principales avances esperables a mediano plazo son la especialización y la intensificación de la producción que incluye el uso de nuevas tecnologías y métodos de comercialización más sofisticados. Estos avances se basan en el uso de tecnologías de información y comunicación (TICs) para mejorar la información y capacitación de todos los actores de la cadena.

En particular se espera que la comercialización de fibras y de animales progresivamente se base en evaluaciones objetivas y que esa información, junto a la de mercado esté al alcance del productor.

En este contexto, en colaboración con el laboratorio del SUPPRAD (Sustentabilidad Productiva para Productores Rurales en Áreas Desfavorecidas) que proporciona acceso a sus equipos de laboratorio para la captura de imágenes que conforma el set de datos con los que se trabaja se están desarrollando técnicas que permitan identificar con la mayor precisión y al menor costo posible el tipo de fibra que constituye la estructura anatómica o producto textil, así como sus características morfológicas, proporcionando descriptores válidos para el análisis y aplicación de metodologías de mejoramiento genético y usos industriales.

En esta etapa de desarrollo del proyecto, interactuando con los distintos actores del proyecto, se ha logrado identificar las características específicas que pueden aportar información relevante al productor rural.

Desarrollo

Actualmente se desarrollan economías en la región que demandan este producto, principalmente por artesanos textiles, existiendo un desconocimiento de la calidad de lana producida por los camélidos andinos en estos sistemas.

En la etapa previa al presente proyecto el objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de la lana proveniente de majadas distribuidas en la región aludida. El área de estudio fueron las comunidades rurales de Jujuy.

Se ha establecido un convenio con el Ministerio de Desarrollo y Producción de Jujuy para llevar adelante, en forma conjunta, una implementación de dichos resultados en un prototipo de software que permitan aplicar las métricas obtenidas para determinar la calidad de la fibra textil poniendo, dichos resultados, al alcance del productor rural. Además, se constituye en una herramienta útil para dar respaldo a las investigaciones científicas que organismos como el SUPPRAD lleva adelante para intervenir en proyectos de Desarrollo y Promoción Humana.

Es importante mencionar, además, que los algoritmos de procesamiento que se han sido investigados y desarrollados pueden ser aplicados no sólo a la industria textil sino a una gran variedad de procesos que involucren el reconocimiento de patrones morfológicos en fibras naturales y sintéticas y la determinación de aquellos descriptores cuyo valor generen un alto impacto en sus propiedades físicas y/o mecánicas.

En la primera etapa se muestrearon 20 individuos y se obtuvieron muestras de vellón de aproximadamente 10 gr de la región central del costillar con una tijera de esquilar estándar. Las muestras fueron enviadas y tratadas en los laboratorios del CEMETRO de la UTN-FRC.

Se calcularon frecuencias relativas medias y errores estándar ponderados por los tamaños de majada. Además, se realizó una prueba de homogeneidad de proporciones en los caracteres para la población y una prueba de independencia para verificar su asociación con la majada. Con estos datos se obtuvieron métricas importantes para validar la calidad de la fibra textil. Las métricas obtenidas fueron publicadas en congresos nacionales.

Se desarrolló también un análisis exploratorio con el fin de descubrir patrones, detectar anomalías, probar hipótesis y verificar suposiciones con la ayuda de resúmenes estadísticos y representaciones gráficas en cuatro etapas:

- **Etapa 1:** En la que se estudió el conjunto de muestras disponibles para comprender y recopilar un conjunto de conocimiento que pudo proporcionar una serie de patrones y características a ser relevadas y extraídas del conjunto. Previa digitalización y preprocesamiento de las imágenes. Dado que, actualmente, no existe un método de segmentación que alcance resultados aceptables para todo tipo de imágenes, la selección del método apropiado para el problema de segmentación fue esencial. Los trabajos de investigación citados anteriormente describen varias técnicas, o métodos automatizados que fueron analizados con el objeto extraer características relevantes.
- **Etapa 2:** se pusieron en práctica técnicas de umbralización local y región *growing*, ambas sumamente útiles para la segmentación de imágenes de contraste.
- **Etapa 3:** se extrajeron las características no contextuales (intensidad de píxel) y contextuales (contraste local, contraste local normalizado y magnitud de gradiente), los cuales forman un arreglo de características que fueron analizados para determinar la cualidad descriptiva del problema de reconocimiento de fibra; luego, mediante una técnica de Análisis de Componentes Principales, se redujo el número de características extraídas describiendo un conjunto de datos en términos de las nuevas variables.

- **Etapa 4:** se entrenó una red neuronal convolucional por tratarse del tipo de redes más eficaces para clasificar los tipos de fibra, teniendo en cuenta el conjunto de características que distinguen cada uno de ellos y contrastando los resultados obtenidos con las muestras proporcionadas. La red neuronal utiliza consta de una capa con 20 filtros de convolución con su correspondiente función de activación con rectificador. Una capa de *pooling* 2:1. Una capa con 50 filtros de convolución con su correspondiente función de activación con rectificador. Una capa de *pooling* 2:1. Se convierten los filtros resultantes de dos dimensiones en 2450 unidades de una dimensión. Una capa densa de 500 unidades con su correspondiente función de activación con rectificador. Una última capa de 5 unidades con softmax para clasificación en distintos tipos de fibras.

El resultado final del presente trabajo es “Diseñar un prototipo para el desarrollo de una aplicación que permita aplicar, de forma automática, métricas para la determinación de la calidad de la fibra textil de origen animal”. El dispositivo de captura es sencillo, a través de una cámara estándar y un foco a distancia fija expuestos en un protocolo que forma parte de la capacitación propuesta al productor rural.

Conclusiones

La propuesta del presente trabajo contribuirá, notablemente, a verificar descriptores confiables para soportar métricas de calidad de la fibra y así conducir planes y formular recomendaciones viables para evitar la degradación de los recursos naturales y soslayar problemas de pobreza, marginalidad, emigración, desarraigo, etc.

Además, constituirá una herramienta útil y accesible que dará respaldo a las investigaciones científicas que organismos como el SUPPRAD lleva adelante para intervenir en proyectos de Desarrollo y Promoción Humana y podrá equiparar tecnológicamente la condición actual de los productores rurales de escasos recursos y acceso tecnológico con un proceso de capacitación y apoyo continuo en el uso del software.

El aporte fundamental de la propuesta en lo que hace a innovación tecnológica radica en el hecho de que los instrumentos automáticos actuales de análisis de fibras son costosos y presentan algunas dificultades en la medición de fibras entrecruzadas y/o fuera de foco.

La detección y reconocimiento del tipo de fibras, sumado a la posibilidad de interacción con el proceso de medición permitiría alcanzar mayor exactitud y precisión.

La propuesta del diseño e implementación del prototipo atraería la atención no sólo de la comunidad científica en el ámbito tecnológico computacional, sino de empresas y organismos cuyos programas de sustentabilidad productiva en base a la comercialización de fibras textiles, contarían con una herramienta más útil y accesible.

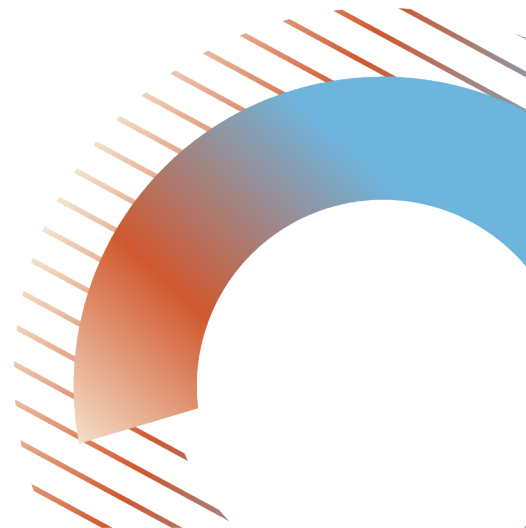
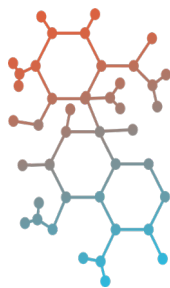
Referencias

[1] Abet J, Arcidiácono M, Carrizo B y Lorenzo C. 2021. Optimización de la Producción Textil Animal: Estudio de viabilidad Técnico-Económica. XIV COINI 2021 – UTN FR Buenos Aires.

[2] Amaya, J. & von Thüngen, J. (2001). Cría de guanacos en semi-cautividad. Comunicación Técnica INTA Bariloche Nro RN 114.

- [3] Amendolara, D. 2001. Manejo y uso sustentable de la vicuña en condiciones de semicautiverio en la Puna argentina. Universidad Internacional de Andalucía. Jaén, Spain, 128 p (Tesis de Maestría).
- [4] Antonini, M., Pacheco, C., Coeli, E., Pazzaglia, I., & Valbonesi, A. (2018). Efecto del doble corte en la calidad del vellón y en la actividad folicular en Alpacas (Llama pacos)
- [5] Arcidiácono M, Abet J, Carrizo B, Enamorado S. y Rubiolo G. 2020. Calidad en la optimización de la producción textil animal aplicando algoritmos de clasificación. XIII COINI 2020.
- [6] Cancino, A.K., Abad, M., Taddeo, H. & Sacchero, D. 2008. Producción de fibra de guanaco (Lama guanicoe) criados en diferentes ambientes de Río Negro. Revista Argentina de Producción Animal 28(Supl. 1): 235–236
- [7] Cancino, A.K., Rebuffi, G.E. & Aller, J.F. 2001. Producción de llamas en el CEA INTA Abra Pampa. Seminario sobre posibilidades de desarrollo de productos agroindustriales en el NOA, orientados a nichos de mercado. 21–22 de noviembre, Jujuy. Resúmenes de trabajos. Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
- [8] Frank, E.N. & Whebe, V.E. 1993. Producción y comercialización de fibra de camélidos argentinos domésticos. En: Mueller, J.P. ed. Taller sobre producción y comercialización de fibras especiales, pp. 81–96. INTA Bariloche
- [9] Paz R, Sossa Valdez F, Lamas H, Echazu F y Califano L. 2010. Diversidad, mercantilización y potencial productivo de la Puna jujeña. EEA INTA Abra Pampa, CR Salta Jujuy, 80 p.

Ingeniería Química



Barniz elaborado a partir de residuos poliméricos como complemento experimental para estudiantes de Ingeniería Química

Varnish prepared from polymeric waste as an experimental complement for Chemical Engineering students

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Rocío Boriglio ⁽¹⁾, **Santiago Dobler** ⁽¹⁾, **Mateo Lesta** ⁽¹⁾, **Nazareno Scocco** ⁽¹⁾, **María Eugenia Taverna** ⁽¹⁾, **Paula Carolina Garnero** ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Av. De la Universidad 501, (2400) San Francisco, Córdoba, Argentina.

e-mail autores: rocioboriglio@gmail.com, santiagodobler@hotmail.com, ajlesta59@gmail.com, nazascocco@gmail.com, mariaeugeniataverna@gmail.com, pcgarnero@gmail.com.

Resumen

El poliestireno expandido es un polímero muy empleado debido a sus propiedades aislantes, su baja densidad, y bajo costo. Su alto consumo de millones de toneladas anuales, genera una gran cantidad volumétrica de residuos con un impacto ambiental negativo. Si bien este polímero es reciclable, solo se lleva adelante aproximadamente una recuperación del 15%, siendo de interés mejorar este recupero en la obtención de nuevos productos de alto valor agregado. En este trabajo se prepararon barnices basados en residuos de poliestireno expandido. Las tareas se realizaron en conjunto con estudiantes de Ingeniería Química a fin de complementar la actividad experimental e incorporar conceptos de polímeros, solución, propiedades de materiales, entre otros. Se prepararon barnices, en diferentes proporciones poliestireno/disolvente y se evaluaron propiedades tales como costo, tiempo de secado, fluidez e impermeabilidad. Los principales resultados muestran que es posible obtener barnices basados en poliestireno expandido recuperado con precios competitivos y propiedades aceptables.

Palabras clave: reciclado; poliestireno; barnices; ingeniería química; economía circular

Abstract

Expanded polystyrene is a widely used polymer due to its properties, low density, and low cost. Its high consumption of millions of tons per year generates a large volumetric amount of waste with a negative environmental impact. Although this polymer is recyclable, only approximately 15% recovery is carried out, being of interest to improve this recovery to obtain new products with high benefit. In this work, varnishes based on waste expanded polystyrene were prepared. The tasks were carried out with Chemical Engineering students to complement the experimental activity and incorporate concepts of polymers, solutions, material properties, among others. Varnishes were prepared in different polystyrene/solvent ratios and properties such as cost, drying time, fluidity and permeability were evaluated. The main results show that it is possible to obtain recovered expanded polystyrene-based varnishes with competitive prices and acceptable properties.

Keywords: recycling; polystyrene; varnishes; chemical engineering; circular economy

Introducción

El poliestireno expandido (Telgopor) es un polímero que se produce a partir de la polimerización del estireno. Sus principales características de baja densidad, capacidad de aislamiento, bajo costo y su gran resistencia a los microorganismos (Vargas *et al.*, 2019), lo convierte en un material muy versátil que puede emplearse en diferentes aplicaciones, tales como material descartable, material de embalaje, placas de construcción, entre otros. Actualmente a nivel mundial, se generan alrededor de 40 a 50 kg/persona de residuos de poliestireno, que hacen necesario su aprovechamiento en nuevos productos o materiales.

Sin estar ajeno a esta problemática y en la búsqueda de soluciones, la universidad tiene el deber de formar ciudadanos con conciencia socioambiental, ya que debido a su labor de generación y difusión del conocimiento desempeñan un papel fundamental en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Este abordaje requiere de docentes y estudiantes comprometidos en la construcción de conocimientos asociados al cuidado del medio ambiente, gestión de residuos y elaboración de nuevos materiales. Además, la enseñanza debe estar diseñada para que los estudiantes adquieran la capacidad de resolver problemas en situaciones en campos ocupacionales, sociales o personales, en base a conocimientos, habilidades y experiencias adquiridas (Hanh, 2018; Sánchez *et al.*, 2018; Zorrilla *et al.*, 2020).

El presente trabajo tiene por finalidad, demostrar una alternativa de solución para los residuos de poliestireno expandido en la elaboración de barnices; y poder construir conocimiento entre docentes y estudiantes de ingeniería química a través de una serie de encuentros y la evaluación de la actividad mediante una encuesta simple.

Desarrollo

Los materiales utilizados fueron poliestireno expandido reciclado, acetato de etilo pro análisis (Cicarelli); y disolventes comerciales capaces de disolver al poliestireno.

El trabajo experimental se realizó en tres encuentros de laboratorio de una duración de tres horas cada uno. Los encuentros eran organizados por un grupo de cuatro estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería química y los docentes responsables de las cátedras de Ingeniería y ciencia de los materiales y Polímeros. Este equipo, luego coordinaba el trabajo a estudiantes que cursaban la cátedra de Ingeniería y ciencia de los materiales correspondiente al segundo año de su carrera.

ENCUENTRO N° 1: Presentación de la actividad y elección del diluyente

El primer encuentro consistió en presentar la problemática a los estudiantes mediante los conceptos asociados a qué es el poliestireno expandido (Telgopor), qué aplicaciones tiene y la cantidad de residuos generado actualmente. Los estudiantes divididos en grupos de a 3 a 5 integrantes analizaron distintos diluyentes y reportaron sus resultados. Para ello, se emplearon 10 g de residuos de poliestireno expandido proveniente de placas de construcción, mapas coloreados, bandejas, entre otros.

ENCUENTRO N° 2: Preparación y caracterización de los barnices

Para este segundo encuentro, se emplearon diferentes proporciones de poliestireno/solvente y se prepararon los barnices. Previamente, el equipo coordinador seleccionó tres barnices que fueron evaluados

de acuerdo a su: i) exposición del barniz a condiciones climáticas; ii) hidrofobicidad; iii) tiempo de secado; iv) pruebas de cubrimiento y penetración. A continuación, se describen cada una de los experimentos realizados:

i) Exposición a condiciones climáticas

Los barnices se colocaron en diferentes soportes que incluyeron madera lisa, corteza de árboles, metal, paredes y cerámicos. Se realizó una observación visual a diferentes tiempos (1, 7 y 30 días) de los cambios estructurales del barniz frente a humedad, y temperatura.

ii) Hidrofobicidad

La hidrofobicidad del barniz se realizó mediante la determinación del ángulo de contacto. Para ello, una gota de 14 μl de agua fue depositada con una micropipeta sobre un portaobjetos barnizado. El ensayo se realizó a temperatura ambiente de 20 °C. Durante la medición se tomaron fotografías de la gota en un tiempo fijo y se midió el ángulo que se forma entre la superficie del barniz y la gota. Para el análisis de las imágenes se utilizó el programa Image J (Ajab y AL-Mamori, 2021). El ensayo se realizó al menos cinco veces para lograr reproducibilidad.

iii) Tiempo de secado

El tiempo de secado se midió con cronómetro para los distintos sistemas mencionados.

iv) Pruebas de cubrimiento y penetración

Para la prueba de cubrimiento 3 mL de barniz fueron pincelados en los soportes, midiendo el área de aplicación (cm^2). La prueba se realizó por triplicado. La penetración del barniz se determinó midiendo el ancho de la franja de colocación del barniz desde el exterior hacia el interior de la muestra.

ENCUENTRO N° 3: Prueba a barnices

La elección final del barniz se realizó en conjunto con los estudiantes de acuerdo con el costo-características concluyentes del producto. En este encuentro, se evaluó el ataque de agentes corrosivos en superficies barnizadas. Finalmente, se realizó microscopía electrónica de barrido (SEM) a las superficies barnizadas y sin barnizar, en el laboratorio de la empresa WindSA (San Francisco, Córdoba).

ENCUENTRO N° 4: Cierre de la actividad

Con el objetivo de conocer algunos aspectos del aprendizaje de la actividad se efectuó una breve encuesta para mejorar los posibles encuentros futuros.

Resultados

Los principales resultados y discusión se realizan de acuerdo a lo que se logró en cada encuentro.

ENCUENTRO N° 1: Presentación de la actividad y elección del diluyente.

Del análisis de los estudiantes, se pudo concluir que la toxicidad de los diluyentes con los que se trabajó es parecida. El costo de uno de los disolventes imposibilitó su posterior uso. Asimismo, otro solvente se descarta ya que no disuelve completamente al polímero. Respecto al acetato de etilo demostró muy buenos resultados, aunque no es conveniente utilizarlo como único disolvente por ser un reactivo regulado por RENPRE. En ese sentido, es imprescindible la elaboración de barnices empleando mezcla de solventes.

ENCUENTRO N° 2: Preparación y caracterización de los barnices.

Los estudiantes trabajaron con 3 barnices previamente seleccionados por el equipo coordinador teniendo en cuenta los aspectos derivados del primer encuentro. La Tabla 1 presenta los resultados que se obtuvieron de cada barniz

Tabla 1. Características de los barnices elaborados.

		Características		
		Barniz 1	Barniz 2	Barniz 3
Composición	Poliestireno (g)	10	10	12,5
	Acetato de etilo (mL)	50	55	50
	Solvente 1 (ml)	-	5	7
	Solvente 2 (ml)	-	-	13
Disolución		Homogénea	Homogénea	Homogénea
Brillo		Mate	Semi mate	Brillante
Impermeabilidad		Sí	Sí	Sí
Tiempo de secado (min)		1-2	1-5 (depende de la superficie)	2
Fluidez		Mayor fluidez que barnices comerciales	Menor fluidez que barnices comerciales	Igual fluidez que barnices comerciales
Absorción		Buena	Buena	Excelente
Opacidad		Transparente	Translúcido	Opaco
Precio/litro (\$/L)		540	735	580

Las pruebas proporcionaron una suficiente y clara demostración de la eficiencia de barnices, en cuanto a acabado y apariencia, además el barniz 3 demostró aportar buen brillo e impermeabilidad a diferentes superficies. Asimismo, se observó que luego de 24 h, el aspecto de la superficie barnizada no se ve modificado. En cuanto a la hidrofobicidad, se obtuvo un ángulo de contacto de $60,21 \pm 2,827^\circ$ para el barniz 3 resultando en barnices de mojabilidad intermedia. Por otro lado, poseen un secado muy rápido comparado con los comerciales cuyos tiempos oscilan entre 0,5 y 4 h (Tabla 1). En la figura 1 se observan imágenes del trabajo realizado en el laboratorio durante el segundo encuentro, el barniz que se obtuvo, y de su uso en distintos soportes.

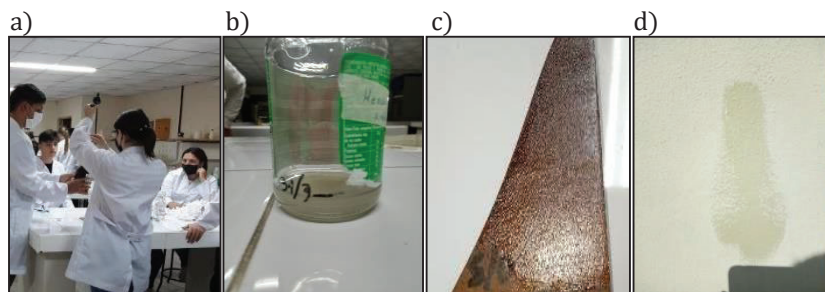


Figura 1. a) trabajo de los estudiantes durante el segundo encuentro, b) barniz 2; c) superficie de madera lisa pintada con barniz 1; d) superficie rugosa pintada con barniz 3.

ENCUENTRO N° 3: PRUEBA A BARNICES.

Una vez finalizadas las actividades, el equipo coordinador concluyó que el barniz 3 es la mejor opción desde el punto de vista de su performance, su costo y su impacto medioambiental.

Además, se puede observar en la Figura 6 que el barniz ofrece una capa protectora frente al ataque de sustancias corrosivas ya que en la fig. 6 b) se puede observar que luego de 24 horas el ácido clorhídrico y el hidróxido de amonio marcaron el barniz, pero al lijar en la zona se aprecia que la madera no fue afectada. Por otra parte, el hidróxido de sodio y el ácido fosfórico no afectaron ni a la madera ni al barniz.

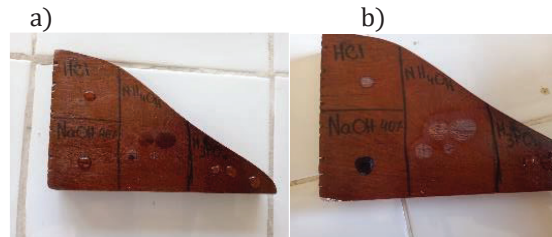


Figura 2. Aplicaciones de sustancias corrosivas a maderas barnizadas.
a) 1 hora después de la aplicación; b) 24 horas después de la aplicación.

Finalmente, se observó la morfología de las superficies barnizadas mediante SEM. Se pueden apreciar partículas de poliestireno de tamaños entre 20 μm y 80 μm (Figura 3).

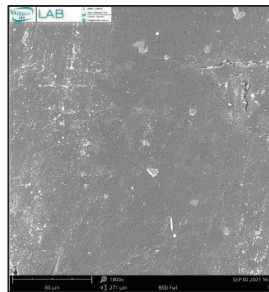


Figura 3. Micrografía de un barniz obtenida por SEM
Escala: 80 μm . Aumento 1000x.

ENCUENTRO N° 4: CIERRE DE LA ACTIVIDAD

De las encuestas, se pudo ver que más del 80% no conocía sobre los materiales trabajados y elementos utilizados. Por otro lado, el 83,3% de los estudiantes mostraron interés por el barniz elaborado y el conocimiento que adquirido. Esto alienta a querer continuar formando profesionales comprometidos con el medio ambiente, y seguir generando actividades sobre materiales. Los estudiantes dejaron distintos comentarios sobre los encuentros y cómo fue su proceso de enseñanza- aprendizaje durante los mismos, mostrando la importancia de darle continuidad a este proyecto (Figura 4).

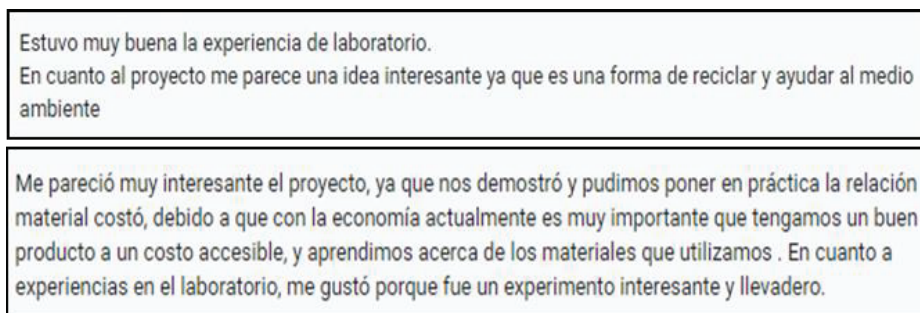


Figura 4. Comentarios de los estudiantes en relación a la actividad

Conclusiones

La utilización de poliestireno expandido recuperado para la creación de barnices demostró tener muy buenos resultados. Se observaron propiedades similares a los barnices comerciales y se aportó una posible solución del manejo de este tipo de residuo polimérico ante la preocupación social por el cuidado del medio ambiente. En este trabajo se fomentaron pequeñas acciones que generan un impacto en la sociedad. Por otro lado, las actividades resultaron interesantes tanto para docentes como estudiantes, cultivando responsabilidad social, ambiental y de trabajo conjunto.

Se impulsó el proceso de enseñanza-aprendizaje con resultados muy satisfactorios para todos los actores, quedando en evidencia el interés de los estudiantes en este tipo de actividades y sus implicancias. Teniendo en consideración el tiempo acotado en que se llevaron a cabo estas actividades, sus excelentes resultados alientan a continuar fomentando al reciclado y la reutilización de los materiales, así como también la sensibilización por el cuidado de nuestro ambiente.

Por otra parte, se agradece a la UTN por la financiación del proyecto PID (MSPPASF0008467) en el marco del cual se realizó este trabajo. A la Secretaría de Asuntos Estudiantiles (SAE) por las becas a los estudiantes. A la empresa WINDSA por su colaboración en este proyecto.

Referencias

1. AJab, J., & AL-Mamori, M. H. (2021). Easy and Simple Method to Measure Contact Angle of Polymer/Solution.
2. Sánchez, H. A. C., Pérez, A. L. M., & Santana, N. T. (2018). Aprendizaje de la química: Aplicación de casos de la ciencia en la educación superior. *Atenas*, 4(44), 109-126.
3. Vargas, A. A. (2019). Generación de un barniz protector de madera a partir de residuos de poliestireno (estereofón). *Revista de Ciencia y Tecnología*, 35(1).
4. Zorrilla, E., Quiroga, D., Morales, L., Mazzitelli, C., & Maturano, C. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Ciencia, docencia y tecnología*, (60), 263-285.

Consumo responsable: Plan de gestión integral de residuos sólidos en la Facultad Regional San Francisco

Responsible consumption: Whole solid waste management Plan at the Facultad Regional San Francisco

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Agustina M. Trucco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

Luciana M. Belmonte

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

Manuela Vázquez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco/ Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES), sede San Francisco

María E. Taverna

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

Paula C. Garnero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
pcgarnero@gmail.com

Resumen

Dentro de las problemáticas mundiales, se encuentra la gestión de residuos sólidos definiendo a estos como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios. El Banco Mundial ha estimado que 2010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) se generaron en todo el mundo en 2016, y se espera que esta cantidad aumente 1,7 veces para 2050. Estos datos muestran la necesidad de una gestión más sostenible de los RSU y su tratamiento posterior. Es por ello que en la Universidad una alternativa para comprometerse con esta problemática es mediante la gestión de sus residuos sólidos. Luego de realizar un diagnóstico de la situación de los desechos, tanto con encuestas como mediante observación y medición, en el presente trabajo se propone un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para gestionar la gran masa de residuos que genera toda la comunidad universitaria.

Palabras clave: residuos sólidos; problemática mundial; gestión sostenible.

Abstract

One of the world's problems is solid waste management, defining waste as any solid object, material, substance or element resulting from the product consumption in domestic, industrial, commercial, institutional or service activities. The World Bank has estimated that in 2016, 2010 million tons of urban solid waste (USW) were generated worldwide, and this amount is expected to increase 1.7 times by 2050. These data show the need for more sustainable management of USW and its subsequent treatment. That is why the university proposes solid waste management as an alternative to this problem. Analyzing the current waste situation, through surveys, observation and measurement, this work proposes a Whole Solid Waste Management Plan (WSWMP) to control the quantity of waste generated by the entire university community.

Keywords: solid waste; global problem; sustainable management.

Introducción

Dentro de las problemáticas mundiales, se encuentra la gestión de residuos sólidos definiendo a estos como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios (Sepúlveda, 2016).

El Banco Mundial ha estimado que 2010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) se generaron en todo el mundo en 2016, y se espera que esta cantidad aumente 1,7 veces para 2050 (Hoang *et al.* 2021). Estos datos muestran la necesidad de una gestión más sostenible de los RSU y su tratamiento posterior.

Sin estar ajena a esta problemática y en la búsqueda de soluciones, la Universidad tiene el deber de formar ciudadanos con conciencia socioambiental, ya que debido a su labor de generación y difusión del conocimiento desempeñan un papel fundamental en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

La Universidad, como espacio de pensamiento, reflexión, innovación, investigación y creación, se ha convertido en un agente social de transformación y de cambio social dirigido, a través de sus desarrollos científicos contribuyendo a los procesos de la sustentabilidad de la vida y con el devenir humano (Cabrera y Castro, 2020, p. 256).

Los ODS son una serie de medidas para afrontar las diversas problemáticas mundiales a fin de que mediante la integración de acciones conjuntas en los aspectos definidos se garantice la calidad de vida de todos los seres vivos y las futuras generaciones. Específicamente el ODS número 12 plantea “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”.

Este abordaje requiere de docentes y estudiantes comprometidos en la construcción de conocimientos asociados al cuidado del medio ambiente, gestión de residuos y elaboración de nuevos materiales. Para lograr este tipo de educación, se debe dejar de lado el tradicional conductismo y usar herramientas de competencias con las cuales los estudiantes puedan no sólo experimentar con la preparación de materiales amigables con el medio ambiente, sino que también adquieran capacidades para evaluar propiedades y costos.

En el presente trabajo se pretende, por un lado, lograr el manejo integral de los residuos sólidos en la Universidad, sentando antecedentes para que otras instituciones lo tomen como referencia, contribuyendo así con la solución a esta problemática mundial. Por otro lado, disminuir el impacto ambiental de los residuos sólidos desarrollando la conciencia ambiental de los miembros de la comunidad universitaria mediante la capacitación, educación y sensibilización acerca del manejo integral de los mismos.

Materiales y métodos

Atentos a esa realidad, desde el Grupo de Investigación de Buenas Prácticas Sostenibles (BPS) se pretende aportar una solución a esta problemática para lo cual se planificaron una serie de actividades para conocer el estado de situación.

En ese sentido, el método que se aplicó para llevar adelante el proyecto fue el siguiente:

- 1) *Evaluación diagnóstica llevada a cabo mediante la elaboración de una encuesta cerrada suministrada mediante un formulario digital a todos los actores de la Universidad (alumnos, docentes, no docentes y gestores) a fin de indagar sobre su conocimiento respecto de conceptos relacionados con la gestión de residuos.*

Al respecto, existe un alto desconocimiento del tema dado que un 80% no distingue las cuestiones que determinan si un material es reciclable o no y casi la totalidad (90%) desconoce en qué difieren las 3 R. Al indagar sobre alguna dificultad en identificar residuos para su posterior separación, el 70% comentó que así era el caso. El principal motivo radica en la desinformación al respecto y la falta de tiempo. A su vez, se obtuvo una respuesta ampliamente positiva (85%) a la consulta sobre el interés en recibir información al respecto, lo que motivó al grupo de investigación en avanzar con la propuesta.

- 2) *Relevamiento de los residuos a cargo de estudiantes y docentes integrantes de este equipo interdisciplinario teniendo en cuenta la clasificación existente en la facultad, la cual consta de cuatro colores: azul (residuos plásticos), verde (residuos orgánicos), amarillo (papel y cartón) y blanco (vidrios, metales y otros).*

Como primer paso, se relevó la cantidad de tachos de todos los puntos verdes del establecimiento y lo que contenían los mismos. Luego, se cuantificó el porcentaje aproximado de la separación incorrecta que se realiza en promedio en cada tacho:

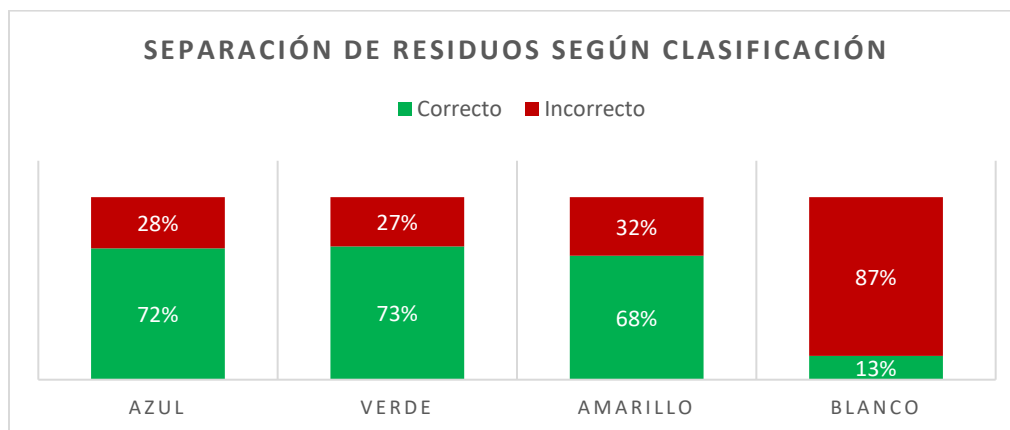


Fig. 1. Separación de residuos según clasificación.

Tal como muestran los valores, en todos los tachos se visualiza una separación incorrecta de los residuos siendo el tacho que debe contener vidrio, metal y otros (color blanco) el que posee la mayor cantidad de desechos erróneos con un 87% frente a los demás colores que poseen entre un 27% y un 32% residuos mal colocados.

- 3) *Análisis de las etapas 2) y 3) con el objetivo de enfatizar los elementos internos y externos que, por un lado, puedan suponer estímulos potenciales pero que, por el otro, pueden implicar limitaciones para definir el objetivo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (acrónimo de PGIRS).*

El análisis FODA (acrónimo de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas,) culmina la fase de análisis estratégico, pues sintetiza las cuestiones clave sobre el entorno y la capacidad estratégica de una organización que

pueden afectar con más probabilidad al desarrollo de la estrategia. También puede resultar útil como punto de partida para generar opciones estratégicas y valorar los posibles cursos de acción en el futuro (Johnson *et al.*, 2006). A continuación, se destacan los principales aspectos de cada categoría:



Fig. 2. Análisis FODA para llevar a cabo el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

Resultados y discusión

En función de lo observado anteriormente en el diagnóstico realizado y analizando el resultado del análisis FODA se propone la ejecución de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1) Alcances del PGIRS

Este plan está diseñado para aplicarse en todo el campus universitario (edificio principal y anexos) compartido con dos instituciones más, PROA (Escuelas del Programa Avanzado de Educación Secundaria) y UCES (Universidad de ciencias Empresariales y Sociales). El Plan incluye a todos los miembros de la comunidad universitaria: estudiantes, docentes, no docentes. Además, de manera indirecta, involucra a los trabajadores de la cafetería/cantina, centro de copiado, seguridad, y todo aquel que transite por los pasillos.

2) Separación de residuos

El plan incluye los residuos sólidos de tipo institucional generados dentro de la Universidad por oficinas, aulas, cafetería, fotocopiadora principalmente. No se toman en cuenta los residuos de laboratorios, ya que tienen tratamiento especial ni los relativos a la construcción o al mantenimiento de los espacios verdes.

3) Definición de etapas:

A fin de aprovechar la oportunidad de la propuesta municipal de separación de residuos, se decide modificar los colores existentes por lo que utilizan desde el Municipio a fin de unificar criterios. La existencia de discrepancias entre los diferentes colores utilizados en los sistemas de separación implementados los municipios y comunas,

provoca gran confusión para la población. Asimismo, los esfuerzos e inversiones que implican la implementación de campañas de comunicación y educación de los diferentes sistemas locales se ven atomizados y disfumados por esta causa, contribuyendo a una mayor confusión general. Establecer un único código de colores y formas a nivel provincial, resulta fundamental a la hora de implementar un sistema de separación de residuos genérico. De esta manera se busca crear un standard de aplicación en todo el territorio que facilite y simplifique la separación en las diferentes clases de desechos

Es por todo esto que se toma en cuenta el plan que lleva a cabo la Municipalidad de la ciudad de San Francisco el cual está alineado con la Unificación de la Simbología para la Separación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) elaborado por la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba, en conjunto con el Consejo Federal de Medio Ambiente (Cofema, 2022). El mismo define la siguiente clasificación de colores:

ETAPA 2:

- PAPEL Y CARTÓN: AZUL
- PLÁSTICOS: AMARILLO
- VIDRIOS: BLANCO
- METALES Y LATAS: GRIS
- RESIDUOS CON TRATAMIENTO ESPECIAL: (ELECTRÓNICOS, PILAS, BATERÍAS, ETC.): VIOLETA
- ORGÁNICOS: MARRÓN
- RESIDUOS NO RECUPERABLES: NEGRO

EN TODAS LAS ETAPAS:

- CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN: NARANJA
- VOLUMINOSOS: NEGRO SOBRE BLANCO
- PODA Y JARDÍN: MARRÓN CLARO (O IDEM ORGÁNICOS)
- RESIDUOS PELIGROSOS: ROJO

Fig.3. Unificación de la Simbología para la Separación de los Residuos Sólidos Urbanos (Cofema, 2022).

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado sobre los tipos de residuos más frecuentes en la Universidad se decide que los principales son:

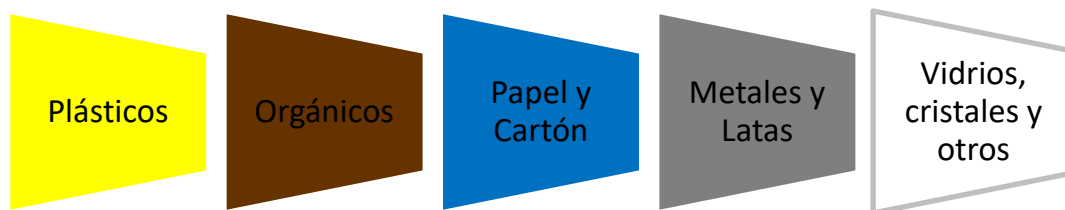


Fig. 4. Clasificación de residuos por colores.

En función de la distribución de los espacios, se propone colocar los tachos en los siguientes lugares:

- a) Edificio principal – Planta baja: accesos y pasillos.
- b) Edificio principal – 1° piso: accesos y pasillos
- c) Otros sectores: se va a colocar un kit de tachos en Edificio cantina, Edificio Cuarto Nivel, Edificio Dasuten, Edificio Biblioteca y Edificio Ciencia y Tecnología.

Durante la puesta en marcha del PGIRS se realizará una capacitación *in situ* en los puntos definidos durante el recreo para colaborar con la adecuada clasificación. La evaluación y el seguimiento de los avances del PGIRS serán responsabilidad de los miembros del grupo de investigación de BPS en coordinación con el área de Servicios

Generales. Adicionalmente, se proyecta una campaña de difusión mediante cartelera con un código QR donde se detalle la clasificación la cual se va a replicar en las redes sociales de la Facultad, a cargo del área de Prensa.



Fig.5. Gráficas de campaña de capacitación.

Conclusiones

Esta propuesta pretende ser el primer paso en un camino hacia una adecuada gestión de residuos en la Universidad. Pretende ser una herramienta educativa para la cultura ambiental fomentando la participación de los alumnos en los proyectos relacionados con la cuantificación, caracterización y manejo integral de los residuos. Así, con su participación activa en la construcción del conocimiento para encontrar alternativas de solución al problema ambiental de este proyecto, los alumnos, además de conocimiento, van a desarrollar valores y actitudes para mejorar el ambiente y transformarse en agentes de cambio de su comunidad. Representa una gran oportunidad para contribuir a la educación ambiental de toda la sociedad dado que se puede replicar en otras instituciones ya que en la Universidad se posee todo el capital académico y cultural, más todo el potencial humano y ético, para aportar a los procesos de formación de las presentes y futuras generaciones que tendrán la imperiosa tarea de comprender cómo es que se debe vivir bajo las condiciones de la vida en el planeta.

Referencias

1. Cabrera, F. A., & Castro, H. U. (2020). Implementación de "Campus Sostenible": prácticas ambientales positivas en una universidad de Colombia. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 32(2), 251-277.
2. Cofema. Unificación de la Simbología para la Separación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). 2022. Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba, en conjunto con el Consejo Federal de Medio Ambiente.
3. Espinoza, G. A. P., Caballero, J. R. D., & Velásquez, C. A. L. (2019). Contribución a la gestión ambiental sostenible de la Universidad en Ecuador. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(1), 42-50.
4. Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2006). *Dirección estratégica* (Vol. 5, pp. 53-61). Prentice hall.
5. Hoang, Q. N., Vanierschot, M., Blondeau, J., Croymans, T., Pittoors, R., & Van Caneghem, J. (2021). Review of numerical studies on thermal treatment of municipal solid waste in packed bed combustion. *Fuel Communications*, 7, 100013.
6. Sepúlveda, J. A. M. (2016). Outlook of municipal solid waste in Bogota (Colombia). *Am. J. Eng. Applied Sci*, 9, 477-483.

Desarrollo de películas bioactivas de quitosano a partir de la atomización de formulaciones líquidas

Development of bioactive chitosan films from sprayed liquid formulations

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Matías Alejandro Raspo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Universidad Nacional de Villa María – Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas
mraspo@sanfrancisco.utn.edu.ar

Melina del Valle Berteza

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
melinaberteza@gmail.com

Camila María Sicardi

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
camisicardi@gmail.com

Cesar Gerardo Gomez

Universidad Nacional de Córdoba – Facultad de Ciencias Químicas – Departamento de Química Orgánica
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA)
cesar.gomez@unc.edu.ar

Alfonsina Ester Andreatta

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
aandreatta@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo establece el estudio de las condiciones de atomización de una formulación de quitosano-ácido gálico-sorbitol sobre superficies de papel, teniendo en cuenta la distancia de atomizado, el diámetro del pico de atomizador y la concentración de la formulación. Los resultados observados revelaron que la distribución de partículas atomizadas de la formulación se hace más uniforme a medida que la distancia aumenta. En este sentido, las diluciones en el rango de 7:3 a 4:6 evidencian el mejor desempeño de atomización en términos del grado de homogenización del recubrimiento. La capacidad antioxidante de las superficies atomizadas decrece con la concentración de la formulación, mostrando un valor aceptable de inhibición de DPPH cercano al 80%, hasta la dilución 4:6.

Palabras clave: atomizado, quitosano, ácido gálico, conservación.

Abstract

The present work establishes the conditions for atomization of chitosan-gallic acid-sorbitol formulations on paper surfaces, considering the distance of atomization, the opening of the atomization peak, and the dilution of the formulation. The results revealed that the distribution of atomized particles of the formulation becomes more uniform as the distance increases. On the other hand, a similar trend was achieved by increasing the opening of the atomizer, covering as much of the surface as possible in a single application. Regarding the dilution results, it is evident that the 0.4 and 0.5 dilutions presented the best values in terms of coverage percentage. Finally, the antioxidant capacity of the atomized surfaces was analyzed by means of the DPPH radical assay, to determine the % inhibition compared to a pristine paper surface, obtaining a % inhibition of between 15-20% for the least diluted mixtures.

Keywords: spray, chitosan, gallic acid, conservation.

Introducción

En la actualidad existen numerosos factores claves que impulsan el crecimiento y el avance en el desarrollo de materiales que se utilizan para el envasado de alimentos (Han, 2014). Uno de estos elementos está relacionado con el impacto ambiental y la contribución de los materiales de envasado a la corriente de residuos reciclables. En este sentido, los residuos de alimentos y bebidas son frecuentemente mucho mayores que las debidas al propio envase, cuando se tiene en cuenta los residuos aportados y las emisiones que participan a lo largo del ciclo de vida del producto alimenticio (Deng et al., 2022). Otro aspecto a considerar es el deseo de extender la vida útil de los alimentos asegurando su buena calidad, el cual cobra aún mayor importancia si tenemos en cuenta el hecho de que la globalización de la industria alimentaria genera desafíos en cuanto a la calidad y el ajuste a su marco regulatorio para la distribución y exportación de alimentos. Teniendo en cuenta este escenario, existe una gran motivación para desarrollar nuevos materiales que permitan extender la vida útil del producto alimenticio y reducir además el impacto ambiental del envase descartado. Para este último punto, los biopolímeros se destacan como un sustrato con características adecuada para su empleo en la industria del embalaje. Se entiende por biopolímeros tanto aquellos que se obtienen de materiales renovables, como aquellos que sean biodegradables y compostables, independientemente de su origen, siendo de particular interés, todos aquellos que cumplan con ambas especificaciones (Murtaja et al., 2022). En este sentido, el polisacárido de quitosano cumple con ambas características y resulta atractivo para el desarrollo de materiales para envasado. Este biopolímero tiene la capacidad de formar películas con propiedades singulares de material barrera, que lo hace apropiado para la producción de recubrimientos de comestibles y para recubrir polímeros con pobres propiedades de barrera (André et al., 2013). Otra propiedad atractiva de este biopolímero para el envasado de alimentos es su actividad antimicrobiana intrínseca (Nguyen et al., 2020). Particularmente, existe una tendencia a comenzar a trabajar con la atomización de formulaciones líquidas poliméricas que permitan obtener películas de recubrimiento de manera directa sobre la superficie del producto alimenticio, generando mejoras su conservación y simplificando los proceso de envasado tradicionales (Jiang et al., 2020; Ma et al., 2022). Considerando lo expresado ut supra este trabajo se enfoca en la determinación de las condiciones operacionales de la atomización de una formulación de quitosano-ácido gálico-sorbitol que permitan la generación de películas sobre la superficie de productos comestibles para su conservación.

Desarrollo

La mezcla activa utilizada en este estudio presenta capacidad antioxidante y propiedades mecánicas adecuada, y conjuntamente con sus diluciones fueron las formulaciones evaluadas en este trabajo. La misma es resultado de un trabajo previo (Raspo et al., 2018), y se constituye de 1% p/p de ácido gálico (0,1 mL) como principio bioactivo, 3,62

% p/p de sorbitol (0,362 mL) como plastificante y al 1% p/p de solución de quitosano (9,538 mL) como matriz polimérica soporte.

Para determinar las condiciones operacionales del atomizado se realizaron ensayos de atomización sobre superficies de papel de 155,9 cm² y 180 g/m² de gramaje, evaluando el diámetro del pico del atomizador, la distancia de atomización y la concentración de la formulación. En relación con el diámetro del pico utilizado se estudiaron tres medidas, el de apertura chica, mediana y grande. La distancia de atomización evaluada, definida a partir de la separación entre el pico del atomizador y la superficie del papel, sobre la cual se realizaron las determinaciones fueron 15, 20 y 30 cm.

El ensayo de inhibición de DDPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) con algunas modificaciones fue utilizado para evaluar la actividad de eliminación de radicales libres por parte del papel atomizado con la formulación (Muratore et al., 2018). Muestras de papel atomizado y papel prístino (155,92 cm²) se colocaron en viales junto con ¿? mL de solución metanólica de DPPH (0,050 g/L), y se las dejó reaccionar protegidas de la luz a temperatura ambiente durante 30 min, 60 min y 120 min. Posteriormente, se determinó la absorbancia del sobrenadante a 517nm mediante el uso de un espectrofotómetro UV/visible. La actividad antioxidante del papel con la formulación se expresó como inhibición de DPPH (% I), calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$\%I = \frac{A_{control} - A_{muestra}}{A_{control}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

donde A_{control} y A_{muestra} son los valores de absorbancia a 517 nm de la solución control sin estar en contacto con el papel y la del sobrenadante después de un tiempo de contacto con el papel atomizado, respectivamente. Además, se determinó el área de atomizado a partir de la utilización del software ImageJ 1.53q.

En primera instancia, se evaluaron dos distancias de atomización (15 y 20 cm) de la formulación sin diluir utilizando los tres picos. La Figura 1 muestra que la atomización de la formulación resultó mejor a una distancia de 20 cm, para los tres picos utilizados, obteniendo una mayor dispersión de gotas sobre el papel, evitando la concentración de estas en un punto como multicapas. Este aspecto resulta central en términos de la homogeneización de la distribución de mono gotas con un diámetro uniforme sobre la superficie del papel con el objeto de alcanzar el grado de recubrimiento (Φ) mínimo necesario para obtener una superficie activa, lo cual resulta de interés puesto que se pretende alcanzar un desempeño de atomización que sea el más apropiado posible en relación con el grado de recubrimiento y a su procesabilidad.

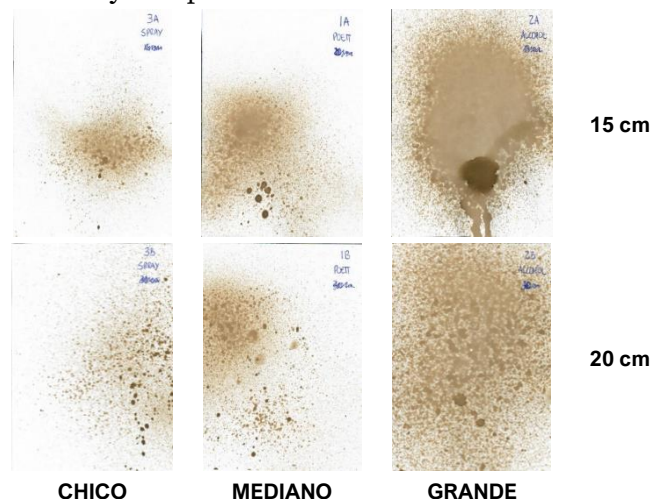


Figura 1. Análisis de la utilización de diferentes diámetros de pico (columnas) y distancias (filas) de atomización para la formulación inicial.

Posteriormente, se evaluó la disminución de viscosidad del sistema al diluir la mezcla activa inicial (Tabla 1) y su efecto en la dispersión de las gotas.

Tabla 1. Composición de diluciones de atomizado.

Relación	Mezcla de reacción (g)	Agua (g)
10:0	10	0
9:1	9	1
8:2	8	2
7:3	7	3
6:4	6	4
5:5	5	5
4:6	4	6
3:7	3	7
2:8	2	8
1:9	1	9

La Figura 2 muestra el grado de atomización alcanzado por las formulaciones a distancias de 20 y 30 cm, cuando se utilizó el pico del atomizador con mayor diámetro.

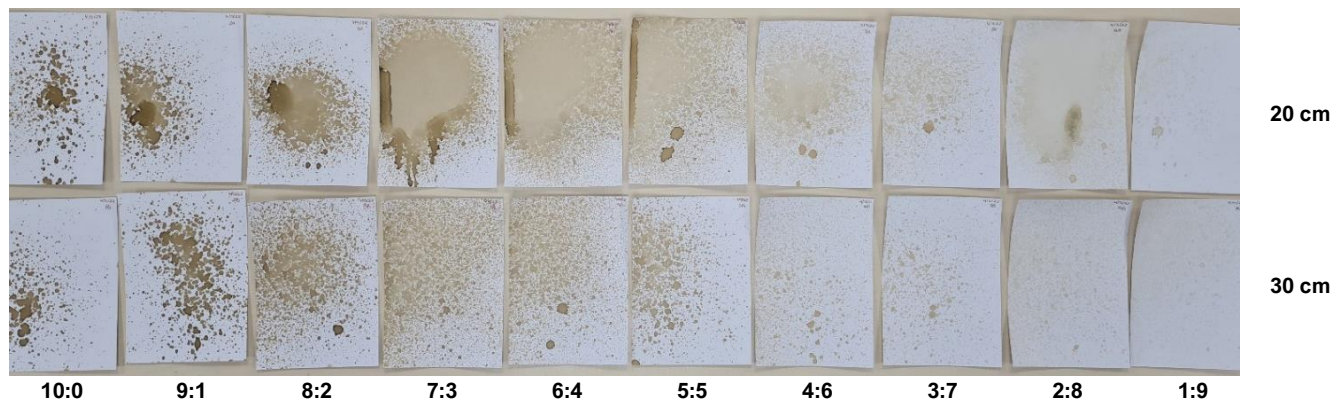


Figura 2. Análisis de la utilización de diferentes diluciones (columnas) y distancias (filas) de atomizado.

Se puede observar que la dispersión de las gotas sobre el papel aumenta con la dilución de la mezcla activa inicial, así como de la distancia de atomizado. Las formulaciones más concentradas generan gotas grandes que se superponen en la superficie del papel (multicapa), mientras que las más diluidas producen gotas muy pequeñas y con un espaciado exagerado con un bajo grado de recubrimiento. En base a este escenario, las diluciones 7:3 y 6:4 atomizadas a una distancia de 30 cm son las formulaciones que presentan una distribución más homogénea y con un recubrimiento adecuado.

Por último, se realizaron ensayos de bioactividad a los papeles previamente atomizados a una distancia de 30 cm para determinar en este caso la capacidad antioxidante de los mismos a partir del ensayo de reducción del radical DPPH.

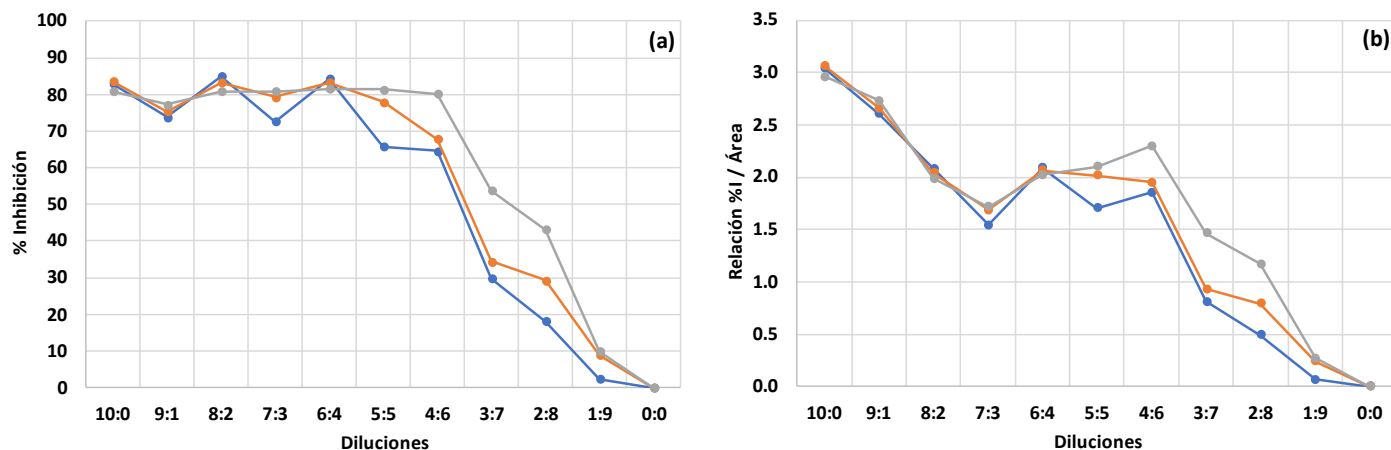


Figura 3. (a) Influencia de la dilución sobre % de Inhibición del radical DPPH y (b) Influencia de la dilución sobre % de Inhibición del radical DPPH por unidad de Área de adsorción, según medición de absorbancia del ensayo DPPH a los 30 min (●), 60 min (●), y 120 min (●).

La Figura 3.a muestra que la inhibición de DPPH se encuentra en el orden del 80 % desde la formulación inicial hasta la dilución 4:6, a partir de la cual este parámetro disminuye con la concentración de las formulaciones hasta no contar con inhibición como se observa para el caso del papel prístino (0:0). Además, se evidencia que las determinaciones espectrofotométricas a 120 minutos revelaron un perfil de curva de inhibición suavizada respecto a los otros tiempos de contacto, lo cual sugiere que es el tiempo mínimo necesario para que se consuma el total de polifenoles. Al analizar la relación entre la inhibición de DPPH y el área de atomizado se observar que el valor máximo se encuentra para la formulación sin diluir y decrece junto con el grado de dilución (Figura 3.b). Esta tendencia es consistente con el hecho de que la cantidad de compuesto bioactivo va disminuyendo a partir del aumento de la dilución.

Conclusiones

La formulación de quitosano, ácido gálico y sorbitol presentó características fisicoquímicas adecuadas para llevar a cabo su atomización sobre la superficie de papel. Se observa que la atomización a una distancia de 30 cm con un pico de atomizador de apertura grande permite obtener una dispersión de gotas con un grado de homogeneidad adecuado utilizando diluciones en el rango de 7:3 a 4:6. A pesar de que la concentración de la formulación decrece, la capacidad antioxidante se mantiene en 80% hasta una dilución 4:6, el cual es un nivel aceptable. A futuro se postula evaluar el atomizado de estas formulaciones sobre cítricos, para analizar el impacto del recubrimiento sobre el tiempo de vida de la fruta.

Referencias

André, C., Castanheira, I., Cruz, J. M., Paseiro, P., Sanches-Silva, A., Anthierens, T., Ragaert, P., Verbrugghe, S., Ouchchen, A., De Geest, B. G., Nosedá, B., Mertens, J., Beladjal, L., De Cuyper, D., Dierickx, W., Du Prez, F., Devlieghere, F., Apak, R., Gorinstein, S., ... Dutta, P. K. (2013). Application of active zein-based films with controlled release properties to control *Listeria monocytogenes* growth and lipid oxidation in fresh Kashar cheese. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20(1), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.08.004>

Deng, Y., Chen, X., Adam, N. G. T. S., & Xu, J. (2022). A multi-objective optimization approach for clean treatment of food waste from an economic-environmental-social perspective: A case study from

- China. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131559. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.131559>
- Han, J. H. (2014). Edible Films and Coatings. In *Innovations in Food Packaging*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00009-6>
- Jiang, Y., Yu, L., Hu, Y., Zhu, Z., Zhuang, C., Zhao, Y., & Zhong, Y. (2020). The preservation performance of chitosan coating with different molecular weight on strawberry using electrostatic spraying technique. *International Journal of Biological Macromolecules*, 151, 278–285. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.02.169>
- Ma, Y., Xu, J., Jiang, S., & Zeng, M. (2022). Effect of chitosan coating on the properties of nanoliposomes loaded with oyster protein hydrolysates: Stability during spray-drying and freeze-drying. *Food Chemistry*, 385, 132603. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.132603>
- Muratore, F., Martini, R. E., & Barbosa, S. E. (2018). Bioactive paper by eugenol grafting onto cellulose. Effect of reaction variables. *Food Packaging and Shelf Life*, 15, 159–168. <https://doi.org/10.1016/J.FPSL.2017.12.010>
- Murtaja, Y., Lapčík, L., Lapčíková, B., Gautam, S., Vašina, M., Spanhel, L., & Vlček, J. (2022). Intelligent high-tech coating of natural biopolymer layers. *Advances in Colloid and Interface Science*, 304, 102681. <https://doi.org/10.1016/J.CIS.2022.102681>
- Nguyen, T. T., Thi Dao, U. T., Thi Bui, Q. P., Bach, G. L., Ha Thuc, C. N., & Ha Thuc, H. (2020). Enhanced antimicrobial activities and physiochemical properties of edible film based on chitosan incorporated with *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. leaf extract. *Progress in Organic Coatings*, 140(December 2019), 105487. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105487>
- Raspo, M. A., Gomez, C. G., & Andreatta, A. E. (2018). Optimization of antioxidant, mechanical and chemical physical properties of chitosan-sorbitol-gallic acid films by response surface methodology. *Polymer Testing*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.07.003>

Evaluación de defectos en superficie y volumen de un laminado decorativo biobasado: síntesis de resina de lignina-fenol-formaldehído

Evaluation of Surface and Volume Defects of a Bio-based Decorative Laminate: Lignin-Phenol-Formaldehyde Resin Synthesis

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Micaela B. Peralta

GPol, Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Argentina
micaelaperalta25@gmail.com

Verónica V. Nicolau

GPol, Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Argentina
vnicolau@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

Las ligninas Kraft son una alternativa para la sustitución de fenol en la síntesis de resinas de fenol-formaldehído. En este trabajo se estudia la síntesis de una resina fenólica que reemplaza un 30% de fenol por lignina Kraft de eucalipto y su aplicación en la impregnación de papeles Kraft para la producción de laminados decorativos de alta presión. La síntesis involucra dos etapas. Una primera etapa de hidroximetilación de la lignina adoptando las condiciones previamente optimizadas y una segunda etapa de condensación con fenol. Para la optimización de la condensación se evaluó el efecto de la temperatura, el tiempo de reacción y el alcohol empleado como diluyente en la viscosidad de la resina y en las propiedades finales de los laminados. Los valores óptimos se obtuvieron para la resina sintetizada a 80 °C y pH 8-9 por un período de 50 min con 19% de alcohol.

Palabras clave: Lignina, hidroximetilación, laminados de alta presión

Abstract

Kraft lignins are alternatives for phenol replacement in the synthesis of phenol-formaldehyde resins. In this work, the synthesis of a phenolic resin replacing 30% of phenol by eucalyptus Kraft lignin and its application in the impregnation of Kraft papers for the production of high pressure decorative laminates is studied. The synthesis involves two stages. The first stage of lignin hydroxymethylation adopting previously optimized conditions and the second stage of condensation with phenol. For the condensation optimization, the effect of temperature, reaction time and the alcohol used as diluent on the resin viscosity and on the final properties of the laminates was evaluated. The optimum values were obtained for the resin synthesized at 80 °C and pH 8-9 for a period of 50 min with 19% alcohol.

Keywords: Lignin, hydroxymethylation, high-pressure laminates

Introducción

Convencionalmente los laminados de alta presión (HPL) consisten en capas de material celulósico impregnado con resinas que por curado a alta temperatura y alta presión se transforman en un material infusible e insoluble (Figueiredo et al., 2011). Los laminados decorativos de alta presión (HPDL) son materiales compuestos con una superficie decorativa polivalente, son duraderos y con valor añadido, que se utilizan ampliamente en la industria del mueble y la construcción (Martins and Almeida, 2015:791-800). Los HPDL están constituidos por capas centrales de papeles Kraft impregnados con resina de fenol-formaldehído (P-F) de tipo resol y un papel decorativo de α -celulosa (de color pleno o con diseño impreso) saturado con resina de melamina-formaldehído (M-F). El proceso de fabricación de los HPDL involucra tres etapas: (i) la síntesis de las resinas base o prepolímeros (P-F y M-F), (ii) la impregnación y secado de papeles saturados con los prepolímeros, y (iii) el curado del conjunto de papeles mediante moldeo por compresión a alta presión y alta temperatura.

Se estima que el mercado de los HPDL crecerá en 115 billones de dólares hacia el 2030, de acuerdo a Market Research Future® (2021). En este sentido, la creciente demanda del mercado y el uso de materias primas derivadas del petróleo hacen necesario evolucionar hacia un modelo de producción más sostenible basado en la bioeconomía.

La sustitución de P (derivado del petróleo) por lignina (L) aparece como una atractiva alternativa debido a su similitud estructural con las resinas de P-F. La L es un recurso abundante, renovable, subproducto o residuo de diferentes industrias y de bajo costo. A nivel mundial, las Ls comerciales o técnicas se obtienen de actividades agro-forestal-industriales tales como industrias de pulpa de celulosa y papel, molinos arroceros, empresas productoras de bioetanol de segunda generación, entre otras. Las propiedades de las Ls dependen de la biomasa (madera dura o blanda y fibras no madereras) y del proceso de aislamiento (Kraft, sulfito y Soda). Por lo tanto, cada L técnica debe ser analizada como un material diferente para evaluar su potencial aplicación (Pang et al., 2017).

El proceso Kraft es el principal método utilizado para la fabricación de pasta de papel y, según ICIS Chemical Business (2017), se estima que la producción de esta L técnica alcanzará los 1,7 millones de toneladas en 2025 (Lourençon et al., 2020). Si bien las Ls de origen herbáceo y de maderas blandas poseen mayor número teórico de sitios reactivos (Ghorbani et al., 2018), las especies de *Eucalyptus spp.* de madera dura constituyen la principal fuente de fibra para la industria de la pulpa y el papel en Sudamérica.

No obstante, la baja reactividad de la L hacia el F hace necesaria su modificación estructural previa. Si la L no se modifica, la calidad de la resina y de los productos con ella obtenidos disminuyen notablemente. Existen varios métodos para incrementar la reactividad de la L, entre los cuales se puede mencionar la hidroximetilación (metilolación), la desmetilación, la fenolación y la sulfonación (Gong et al., 2022). La hidroximetilación con F es el método de activación más utilizado en condiciones alcalinas (Taverna et al., 2017) que permite el incremento de sitios reactivos mediante la incorporación de grupos hidroximetilo ($-\text{CH}_2\text{OH}$) en la macromolécula de L (Londoño Zuluaga et al., 2018). Al final de la hidroximetilación se tiene una L hidroximetilada capaz de formar uniones metileno y éter durante las síntesis de la resina.

Otro de los inconvenientes que presentan las Ls del tipo Kraft es la baja solubilidad en soluciones acuosas de F (Miller-Chou and Koenig, 2003:1223–1270), la cual se ve beneficiada por disolventes alcalinos de base acuosa de radio catiónico pequeño como es el NaOH (Melro et al., 2020).

Sobre el empleo de L en la producción de HPL, existen relativamente escasas publicaciones asociadas a HPL industriales o técnicos (sin superficie decorativa) basados en papeles Kraft saturados con resina de lignina-fenol-formaldehído (L-P-F) (Taverna et al., 2016; Taverna et al., 2015).

Hasta la fecha, no se encuentra descrito en la literatura estudios que tengan en cuenta la influencia de la resina del sustrato en la superficie decorativa. La modificación química de la resina afectará las propiedades de curado y a los correspondientes fenómenos de flujo, contracción y evaporación. La fluencia de la resina desempeña un papel importante en la difusión y penetración, la cual no debe traspasar hacia la superficie decorativa. Dado que la resina de L-P-F es de color marrón, su migración hacia la superficie ocasionaría la aparición de manchas oscuras.

Las características finales de los HPDL estarán influenciadas por la reactividad de la resina y ésta, a su vez, por el tipo de L, su solubilidad y reactividad. Es por ello, que en una primera etapa de la investigación se estudiaron las condiciones de pH, temperatura y orden de acondicionamiento de los reactivos que maximizaron la solubilidad y la reactividad de una L Kraft de eucalipto para una relación en peso F/L =1 (Peralta and Nicolau, 2021:267-268).

En esta segunda etapa de la investigación se estudió el reemplazo de un 30% de P por L Kraft de eucalipto y su aplicación en la impregnación de papeles Kraft para la producción de HPDL. La síntesis de la resina de L-P-F se llevó a cabo en 2 etapas: Una primera etapa de hidroximetilación de la L (Peralta and Nicolau, 2021) y una segunda etapa de condensación con P. Las resinas fueron empleadas para la impregnación de papeles del tipo Kraft. Los laminados se obtuvieron por curado de 3 papeles Kraft saturados con resina de L-P-F y un papel decorativo saturado con resina de M-F en prensa. Se evaluó el efecto de la temperatura, el tiempo de reacción y el alcohol empleado como diluyente en la viscosidad de la resina y en las propiedades finales de los laminados tales como defectos en la superficie decorativa y resistencia al agua hirviendo.

Desarrollo

Materiales

Para la síntesis de resinas se emplearon las siguientes materias primas industriales: Lignina Ligseal101 con 4,7% de humedad y 2,3% de cenizas (Lote:10168, Suzano S.A., Brasil), solución de formaldehído 37 %m/m (Arauco Argentina S.A.) y solución de fenol 91 %m/m (Atanor S.C.A.). Además, se empleó hidróxido de sodio en perlas (Unipar) para la preparación de una solución de hidróxido de sodio 34 %m/m y alcohol de mal gusto de cereal (Arcor) como diluyente. Para la etapa de impregnación se utilizó papel Kraft 140 g/m² (MM Kotkamills, Finlandia). Para la superficie decorativa de los HPDL se emplearon papeles de α -celulosa saturados con resina de M-F (Centro S.A.).

Síntesis de resinas

La síntesis de las resinas se llevó a cabo en un balón de tres bocas de 1000 mL equipado con termómetro de mercurio, refrigerante y agitador mecánico.

Se llevaron a cabo 6 síntesis de resinas por reemplazo de un 30% de P por L [LPF_i (*i* = 1, ..., 6)], y la síntesis de una resina convencional PF (sin L) empleada como testigo.

Para la síntesis de PF se empleó una relación molar F/P=1,07 y pH 8-9 ajustado con solución de NaOH 34% m/m (pH_i). Se calentó con mechero a 4 °C/min hasta alcanzar la temperatura de reflujo. Al final de la reacción el pH se ajustó entre 8 y 9 con solución de NaOH 34% m/m (pH_f).

La síntesis de las resinas LPF_i (*i* = 1, ..., 6) se llevó a cabo en 2 etapas: Para la primera etapa de activación de la L mediante hidroximetilación con F en condiciones alcalinas se empleó la metodología descrita en Peralta and Nicolau (2021). El balón se cargó con solución de F 37 %m/m y se ajustó a pH 11 bajo agitación. Luego se adicionó la L, se ajustó a pH 11 y se calentó hasta alcanzar una temperatura de 70 °C durante 60 min.

Para la segunda etapa de condensación con P se empleó una relación molar F/P=0,13 y el pH se ajustó entre 8 y 9 con solución de NaOH 34% m/m. Las condiciones de temperatura y tiempo de reacción se muestran en la Tabla 1. El calentamiento para LPF₃ y LPF₄ se realizó en 2 etapas. Una primera etapa a 70 °C y una segunda etapa a temperatura de reflujo.

Al final de las reacciones se midió el tiempo de flujo de las resinas en Copa Ford N° 4 a 30 °C, los sólidos a 105 °C durante 2 h y pH utilizando un pHmetro HANNA modelo HI 8424.

Para aquellas resinas con contenido de sólidos superiores a 51% y tiempo de flujo mayor a 20 s, se adicionó alcohol como diluyente para ajustar los sólidos en un rango de 45-50%. Aunque la adición de un disolvente es necesaria para ajustar la viscosidad de la resina a un nivel adecuado, los altos niveles de disolvente implican un bajo contenido en sólidos de la resina que podrían conducir a problemas de adhesión.

Tabla 1 – Condiciones de síntesis de las resinas y caracterización final de las resinas y de los HPDL.

	RESINA BASE							HPDL				
	Condiciones de síntesis				Caracterización			Resistencia a la inmersión en agua hirviendo - IRAM 13367				
	T (°C)	pH _i	t (min)	Alcohol (%)	pH _f	Sólidos (%)	Tiempo de flujo (s)	T	Δ masa (%)	Δ espesor (%)	Observaciones D A	
PF	95 ^a	8,24	40	— ^b	8,29	48,9	13,5	-	5,91	3,54	No	No
LPF ₁	70	8,66	60	— ^b	8,39	55,9	14,0	+	11,7	7,55	No	No
LPF ₂	102 ^a	8,47	40	— ^b	8,32	49,0	65,0	+	7,34	6,33	No	Kraft
LPF ₃	1) 70 2) 102 ^a	8,64	1) 90 2) 30	— ^b	8,30	52,5	183	+	11,9	9,41	No	Kraft
LPF ₄	1) 70 2) 102 ^a	8,64	1) 90 2) 30	6,8	8,86	49,9	143	-	9,76	3,31	No	Kraft
LPF ₅	80	8,80	50	— ^b	8,60	58,5	29,0	+	8,89	2,70	No	Decorativo
LPF ₆	80	8,80	50	18,7	8,86	47,6	17,3	-	8,04	4,55	No	No

^a Temperatura de reflujo, ^b sin adición de alcohol, T: traspasa, D: delamina y A: ampolla.

Impregnación y secado de papeles

Las resinas se emplearon para la impregnación en laboratorio de papeles del tipo Kraft. La impregnación se hizo de manera manual sumergiendo los papeles en resina y eliminando el exceso de la misma por compresión entre 2 varillas de vidrio. Los papeles impregnados se secaron en estufa a 105 °C durante 10-15 min.

Manufactura de HPDL

Los laminados se obtuvieron por moldeo compresión de 3 papeles Kraft impregnados con resina base y una superficie decorativa (papel de α -celulosa saturado con resina de M-F). El curado se llevó a cabo en una prensa de laboratorio que emplea vapor de agua como fluido calefactor y agua para el enfriamiento. Se trabajó a una temperatura de 150 °C y una presión de 70 kg/cm². El ciclo de curado involucró una rampa de calentamiento desde temperatura ambiente hasta la temperatura de curado la cual se mantuvo durante 10 min, y una etapa de enfriamiento hasta alcanzar nuevamente la temperatura ambiente.

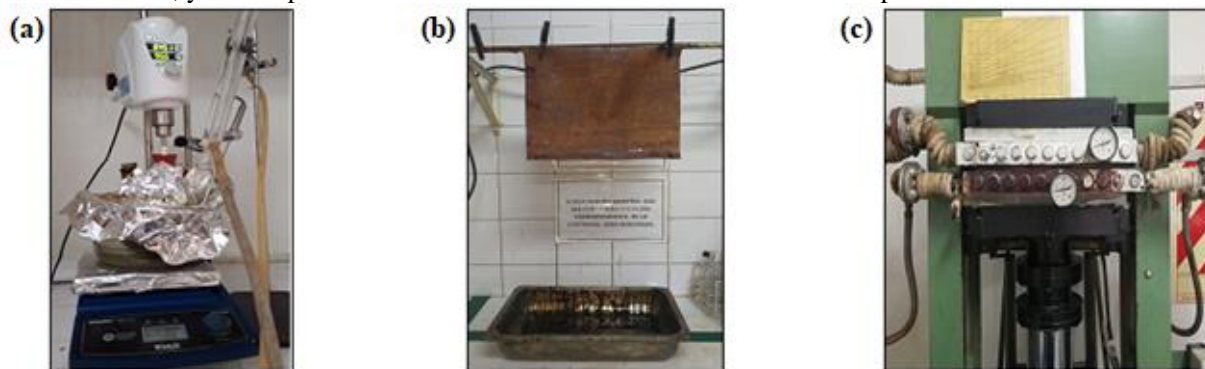


Figura 1. Proceso de manufactura de HPDL: (a) Síntesis de resina, (b) impregnación de papeles, y (c) curado en prensa.

Se realizó una evaluación cualitativa de la penetración y distribución de la resina en el papel al final de la impregnación y secado, y una inspección visual de la superficie de los HPDL. Además, se evaluó la resistencia de los HPDL a la inmersión en agua hirviendo según norma IRAM 13367. Para ello se cortaron 3 probetas cuadradas de 50 mm y se lijaron sus bordes, se pesaron y se midió el espesor en cada uno de los vértices. Luego, las probetas se sumergieron en agua hirviendo durante 2 h y se dejaron enfriar durante 15 min. en agua destilada a temperatura ambiente. Las probetas se secaron, se pesaron y se midió nuevamente el espesor en cada uno de los vértices. Se determinaron los incrementos porcentuales de masa y espesor como los promedios de las mediciones.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados de caracterización de las resinas PF y LPF_{*i*} (*i* = 1, ..., 6) al final de la síntesis. El pH de PF descendió de 8,24 a 7,84 y se ajustó a pH 8,29 al final de la reacción. Para el resto de las resinas modificadas con L el descenso fue de 0,15 a 0,34 unidades de pH (por lo cual, no fue necesario ajustar el pH al final de la reacción) sugiriendo una velocidad de condensación menor en comparación a PF.

Como era de esperar los tiempos de flujo o viscosidades más altas corresponden a temperaturas de reacción elevadas y/o tiempos de reacción prolongados. Se ajustó el contenido de sólidos de LPF₃ y LPF₅ en un rango de 45-50% por adición de alcohol como diluyente obteniendo las correspondientes resinas LPF₄ y LPF₆.

En la Fig. 2 se muestran los papeles impregnados y secos y en la Fig. 3 los respectivos HPDL.

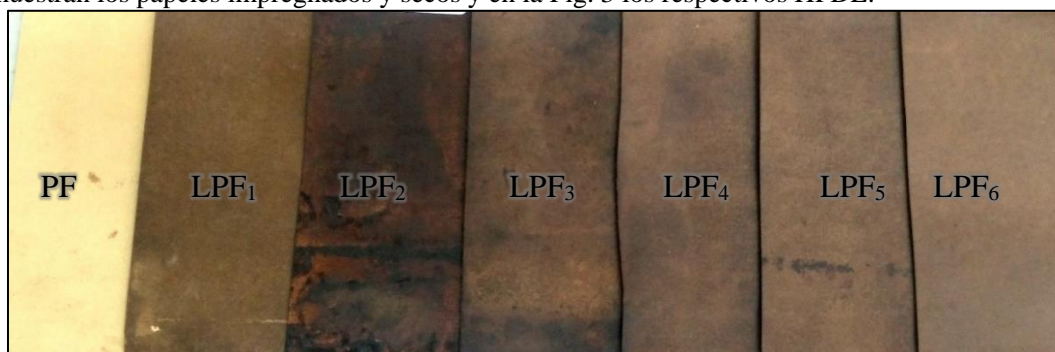


Figura 2. Papeles impregnados y secos.



Figura 3. HPDL.

La penetración de LPF₁ durante la impregnación fue adecuada, con una distribución homogénea de la resina en el papel. No se observaron defectos de formación de ampollas luego del ensayo de resistencia a la inmersión en agua hirviendo. Sin embargo, el HPDL obtenido por impregnación con LPF₁ exhibió un intenso defecto de traspase en comparación a LPF₂, LPF₃ y LPF₅. La baja viscosidad de LPF₁ sugiere menor grado de condensación y moléculas más pequeñas con mayor movilidad y grado de penetración, que las correspondientes a LPF₂, LPF₃ y LPF₅.

Las resinas LPF₂, LPF₃ y LPF₅ con tiempos de flujo superiores a 20 s exhibieron baja movilidad de las moléculas y penetración durante la impregnación de papeles. Se observaron problemas de impregnación con zonas ricas y pobres de resina en el papel que impactaron en la superficie de los HPDL como un defecto de traspase en las zonas ricas (Fig. 3) y de formación de ampollas en el sustrato por falta de adhesión en las zonas pobres de resina (Fig. 4).

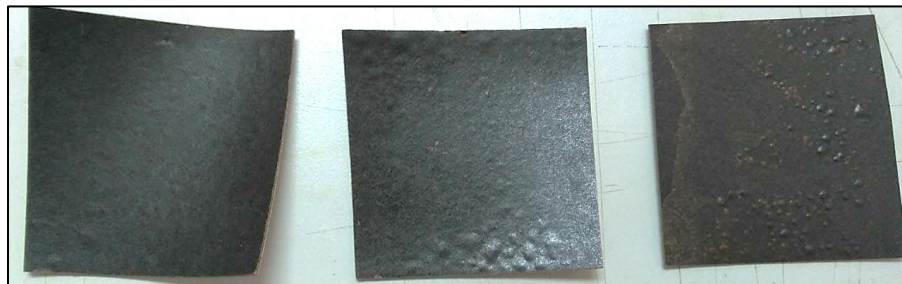


Figura 4. Formación de ampollas: LPF₂, LPF₃ y LPF₄ (de derecha a izquierda).

La adición de alcohol como diluyente provocó un incremento de pH y una disminución de los sólidos y los tiempos de flujo en LPF₄ y LPF₆. Con el ajuste de los sólidos no se observaron defectos de traspase. El alcohol favoreció el flujo y la penetración de la resina en el papel. Sin embargo, la mayor viscosidad de LPF₄ en comparación a LPF₆ sugiere altos pesos moleculares con mayor dificultad de penetración en el papel y formación de ampollas luego del ensayo de resistencia a la inmersión en agua hirviendo. La condensación prematura de la resina en el papel conduce a un deterioro de la calidad del HPDL.

La resina sintetizada a 80 °C y pH 8,8 por un período de 50 min con 19% de alcohol exhibió buenas propiedades para la impregnación de papeles del tipo Kraft y la obtención de HPDL sin defectos de traspase y de adhesión en el sustrato.

Conclusiones

La producción de HPDL con propiedades adecuadas finales basados en papel Kraft impregnados con resina de L-P-F depende en gran medida del proceso de impregnación.

La caracterización y cuantificación de los parámetros relevantes es difícil debido a la compleja interdependencia de los fenómenos. La comprensión de la penetración del líquido en el papel es importante para poder ajustar los parámetros del proceso en respuesta a los cambios en las propiedades de la materia prima. Las resinas de bajo peso molecular fluyen rápidamente durante el prensado traspasando al papel decorativo y las de alto peso molecular exhiben problemas de impregnación con zonas ricas y pobres de resina que conducen a defectos de traspase en la superficie y de adhesión entre las capas.

Los HPDL obtenidos por impregnación con una resina que reemplaza un 30% de P por L Kraft de eucalipto con 47,6% de sólidos y tiempo de flujo de 17 s no presentaron defectos ni en superficie ni en volumen.

Referencias

- Figueiredo, A. B., Evtuguin, D. V., Monteiro, J., Cardoso, E. F., Mena, P. C., y Cruz, P. (2011). "Structure - Surface Property Relationships of Kraft Papers : Implication on Impregnation with Phenol - Formaldehyde Resin", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 50, 2883–2890.
- Ghorbani, M., Mahendran, A. R., van Herwijnen, H. W. G., Liebner, F., y Konnerth, J. (2018). "Paper-based laminates produced with kraft lignin-rich phenol-formaldehyde resoles meet requirements for outdoor usage", *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(2), 481–487.
- Gong, X., Meng, Y., Lu, J., Tao, Y., Cheng, Y., y Wang, H. (2022). "A Review on Lignin-Based Phenolic Resin Adhesive", *Macromolecular Chemistry and Physics*, 223(4), 1–11.
- IRAM 13371(1970). "Laminados plásticos termoestables, decorativos. Método de determinación de la resistencia superficial al agua hirviente".
- Londoño Zuluaga, C., Du, J., Chang, H.-M., Jameel, H., y Gonzalez, R. W. (2018). "Lignin Modifications and Perspectives towards Applications of Phenolic Foams: A Review", *BioResources*, 13(4), 9158–9179.
- Lourençon, T., Alakurtti, S., Virtanen, T., Jaäskelainen, A., Liitiä, T., Hughes, M., Magalhães, W. L. E., Muniz, G.I.B. y Tamminen, T. (2020). "Phenol-Formaldehyde Resins with Suitable Bonding Strength Synthesized from 'Less-Reactive' Hardwood Lignin Fractions.", *Holzforschung* 74(2): 175–83.
- Martins, J. M., y Almeida, M. L. (2015). "A New Methodology to Evaluate the Cure of Resin-Impregnated Paper for HPL", *The Journal of Adhesion*, 91(10–11), 792–800.
- Melro, E., Filipe, A., Sousa, D., Valente, A. J. M., Romano, A., Antunes, F. E., y Medronho, B. (2020). "Dissolution of kraft lignin in alkaline solutions", *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 688–695.
- Miller-Chou, B. A., y Koenig, J. L. (2003). "A review of polymer dissolution", *Progress in Polymer Science*, 28(8), 1223–1270.
- Pang, B., Yang, S., Fang, W., Yuan, T. Q., Argyropoulos, D. S., y Sun, R. C. (2017). "Structure-property relationships for technical lignins for the production of lignin-phenol-formaldehyde resins", *Industrial Crops and Products*, 108(July), 316–326.
- Peralta, M. B., y Nicolau, V. V. (2021). "Proceso para la Hidroximetilación de Lignina Kraft de Eucalipto : Diseño y Optimización", *AJEA, Jornadas de Ciencia y Tecnología 2021, San Francisco, Argentina, 27 y 28 de octubre*.
- Sarika, P. R., Nancarrow, P., Khansaheb, A., y Ibrahim, T. (2020). "Bio-based alternatives to phenol and formaldehyde for the production of resins", *Polymers*, 12(10), 1–24.
- Taverna, M. E., Orellao, R., Moran, J., Frontini, P., Nicolau, V. V., y Estenoz, D. (2016). "Synthesis and mechanical properties of laminates based on phenolic resins modified with sodium lignosulfonate", *Latin American Applied Research*, 46(4), 173–178.
- Taverna, María Eugenia, Ollearo, R., Morán, J., Nicolau, V., Estenoz, D., y Frontini, P. (2015). "Mechanical Evaluation of Laminates Based on Phenolic Resins using Lignins as Partial Substitutes for Phenol", *BioResources*, 10(4), 8325–8338.
- Taverna, María Eugenia, Tassara, O., Morán, J., Sponton, M., Frontini, P., Nicolau, V., y Estenoz, D. (2017). "Effect of Kraft Lignin from Hardwood on Viscoelastic, Thermal, Mechanical and Aging Performance of High Pressure Laminates", *Waste and Biomass Valorization*, 10(3), 585–597.

Evaluación de métodos para la determinación de capacidad espumante y estabilidad de espuma en cerveza como parámetro de calidad

Evaluation of methods for determining foaming capacity and foam stability in beer as a quality parameter

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Sofía Rey

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
sofireyros@gmail.com

Milagros Rubio Bonnet

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
milagrosrubiobonnet@gmail.com

Ezequiel Godoy

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
godoyeze@gmail.com

Germán Campetelli

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
gcampetelli@frro.utn.edu.ar

Sabrina Portillo

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
sabrinaportillo260880@gmail.com

Roxana Martinet

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
guadamar67@gmail.com

Resumen

La presencia de espuma en la cerveza es un atractivo y una cualidad estética positiva. Ésta es un parámetro de calidad en la cerveza. Las burbujas de dióxido de carbono formadas ayudan a liberar los aromas y afecta el sabor de esta. Un desafío para los cerveceros es poder comparar el rendimiento de las espumas, evaluando sus propiedades e intentando ajustarlas. En este trabajo se realizó la evaluación comparativa de capacidad espumante (CE) y estabilidad de espuma (EE), a través de dos métodos, encontrando fortalezas y debilidades en cada uno de los métodos. El trabajo se realizó sobre muestras de cerveza sin gasificar obtenidas en dos producciones artesanales. Se ajustaron y desarrollaron los métodos alternativos para generación de espumas: agitación mecánica con tiempo definido, y generación de espuma por burbujeo a través de inyección forzada de aire hasta desaparición de la fase líquida. A partir de esto, se midió la estabilidad y capacidad espumante de las cervezas artesanales sin gasificar. El objetivo del presente trabajo fue definir cuál de los mencionados métodos consigue la mejor sensibilidad a la medición de estos parámetros para encontrar diferencias y ser luego aplicado a las mediciones de rutina en producciones de cerveza realizadas en el laboratorio. Se encontró que los resultados coinciden con los de otros autores, y, luego de reiteradas experiencias,

se decidió optar por el método de burbujeo, ya que este permite tener una mayor apreciación en el desarrollo y lectura de la espuma generada.

Palabras clave: espuma, estabilidad, cerveza artesanal, calidad.

Abstract

The presence of foam in beer is an attractive and positive aesthetic quality. This is a quality parameter in beer. The carbon dioxide bubbles formed help to release the aromas and affect the taste of it. A challenge for brewers is being able to compare the performance of foams, evaluating their properties and trying to adjust them. In this work, the comparative evaluation of foaming capacity (CE) and foam stability (EE) was carried out through two methods, finding strengths and weaknesses in each of the methods. The work was carried out on non-carbonated beer samples obtained in two craft productions. Alternative methods for foam generation were adjusted and developed: mechanical agitation with defined time, and foam generation by bubbling through forced air injection until the liquid phase disappeared. From this, the stability and foaming capacity of non-carbonated craft beers was measured. The objective of the present work was to define which of the mentioned methods achieves the best sensitivity to the measurement of these parameters to find differences and then be applied to routine measurements in beer production carried out in the laboratory.

Keywords: foam, stability, craftbeer, quality.

Introducción

Una espuma se puede definir como una dispersión de burbujas de gas dentro de un líquido, donde el gas en forma de burbujas es la fase dispersa. La cerveza está conformada por distintos grupos funcionales que favorecen o inhiben la formación de espuma, dentro de ellos podemos mencionar proteínas de bajo y alto peso molecular que tienen su aporte diferencial, los lípidos y los complejos lipoproteínas, esto se evidencia en las diferentes características que posee la espuma frente a diferentes cervezas. También impacta el comportamiento hidrofílico o hidrofóbico que puede tener cada uno de estos grupos. La espuma genera una interfase entre las fases líquida y el aire del exterior permitiendo el transporte de especies aromáticas hacia el consumidor (Romero, 2012).

Dentro de los parámetros de calidad, se encuentran el nivel proteico, el nivel energético a través de los hidratos de carbono residual, los lípidos, y los polifenoles aportando propiedades antioxidantes. Todos estos parámetros se van modificando desde el extracto de malta hasta el producto final. Algunos son retenidos durante las distintas etapas de filtración adheridos a las fibras celulósicas, mientras que otros se van modificando por las temperaturas de trabajo o la interacción entre ellos. La formación de espumas o capacidad espumante (CE) y la estabilidad de las mismas (EE) se ve impactada por estos componentes y otros como los iones metálicos o el lúpulo. Según muestran otros autores, uno de los responsables de la estabilidad de la espuma son diversos componentes aportados por el lúpulo, también responsable del amargor (Romero, 2012). Por su parte, un alto contenido de proteína mejora la estabilidad de la espuma. Sin embargo, determinadas proteínas pueden aportar turbidez (Hughes, 1997). Ingredientes con alto contenido de lipoproteínas dificultan la salida abrupta de las burbujas de aire del seno del líquido, mientras que características como la graduación alcohólica influyen negativamente en la estabilidad de la espuma haciendo colapsar las burbujas (Bamforth, 2009).

Como muestran otros autores, una espuma puede obtenerse por diferentes métodos: 1) sobresaturación de un líquido con gas por a) disolución de gas bajo presión y liberándolo después por descenso de presión, o b) formación de gas in-situ; 2) medios mecánicos por a) inyección de gas a través de un orificio angosto (burbujeo) o b) agitación con cantidad ilimitada de gas (Pilosof, 2000). De todos los métodos, los más utilizados a nivel laboratorio son la generación de espumas por agitación mecánica y la inyección de aire en forma de burbujeo por lo que fueron los métodos seleccionados en este estudio. La capacidad espumante (CE), puede definirse como la habilidad para incorporar aire en la solución en forma de una distribución fina de burbujas. El parámetro más usado para evaluar la capacidad espumante es la expansión de la espuma. En este trabajo se utilizaron el método Constant (Constant, 1992) por agitación y el método de burbujeo, que se describen en la metodología. A diferencia del concepto

de capacidad espumante (vinculado a la formación de la espuma), el concepto de estabilidad es independiente del método espumante empleado y existen varias maneras de determinarlo.

En el presente trabajo se determinó la capacidad espumante (CE) por ambos métodos con el objeto de compararlos en sus fortalezas y debilidades, a fin de elegir el más apropiado para la evaluación de las futuras producciones de cerveza.

Desarrollo

Métodos evaluados

Método Constant

Se tomaron 40 ml de una muestra de cerveza, que se sometieron a agitación durante 10 minutos a una velocidad de 2000 rpm con agitador magnético. Tras la agitación, se realizó la medición del volumen de líquido (VL), el volumen total (VT) y el volumen de espuma (VE). Se continuó midiendo estos parámetros durante 30 minutos en intervalos de 5 minutos.

La capacidad espumante (CE) se calculó de la siguiente forma:

$$CE = \frac{V_T - V_L}{V_L} = \frac{V_E}{V_L} \quad \text{Ecuación (1)}$$

En la Tabla 1, se resumieron los datos obtenidos experimentalmente, y se calculó la capacidad espumante de cada muestra según la ecuación 1 y se representaron gráficamente los valores obtenidos de capacidad espumante (CE) en función del tiempo, como se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Volúmenes de espuma desarrollados y valores de capacidad espumante (CE) calculados.

Muestra BarleyWine 06/05/2022				
Tiempo (min)	VL (cm)	VT (cm)	VE (cm)	CE
10	1,4	2,9	1,5	1,1
15	1,4	2,9	1,5	1,1
20	1,4	2,7	1,3	1,0
25	1,5	2,5	1	0,7
30	1,5	2,3	0,8	0,5

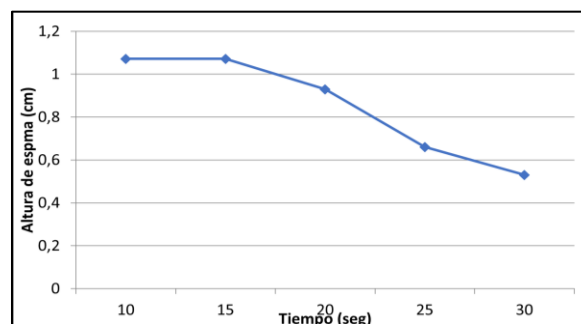


Figura 1. Representación gráfica de la capacidad espumante.

En las Figuras 2 y 3, se puede observar el equipo utilizado para ensayar el método de Constant. En particular, en la Figura 2 se visualiza el desarrollo de espuma generado al finalizar la agitación mecánica, y en la Figura 2 se visualiza el volumen de líquido recuperado a los 30 minutos.



Figura 2. Desarrollo de espuma.



Figura 3. Recuperado de líquido.

Método de burbujeo

La espuma fue generada por inyección de aire con un caudal de 0,2 L/min en un dispositivo compuesto por una columna pyrex. El aire fue introducido hacia el interior del dispositivo obligado a atravesar un volumen inicial de muestra de 21 ml (que equivale a 30 mm de altura de líquido en el dispositivo), a través de un vidrio sinterizado (con poros de 10-14 μm de tamaño en promedio), para así obtener una distribución uniforme de burbujas en el seno del líquido. La inyección de aire se detuvo una vez que desapareció todo el líquido, creando el volumen inicial de espuma.

La relación entre la estabilidad de la espuma y el drenado líquido, así como los cambios de estructura en las burbujas de aire fueron monitorizados simultáneamente a partir del momento en que se detuvo la inyección de aire. Se tomaron volúmenes de espuma y líquido durante un tiempo total de 600 segundos en intervalos de 30 segundos.

En la Tabla 2, se muestran los datos obtenidos en las experiencias, y en la Figura 2 se representa la capacidad espumante de la muestra en función del tiempo.

Tabla 2. Volúmenes de espuma desarrollada y cálculo de la capacidad espumante.

Muestra	BarleyWine 6/05/2022 sin gasificar		
Tiempo (s)	Altura espuma (mm)	Altura líquido (mm)	Capacidad espumante CE
0	200	0	
30	195	10	18,5
60	195	15	12,0
90	195	18	9,8
120	194	20	8,7
150	190	22	7,6
180	190	23	7,3
210	185	23	7,0
240	185	24	6,7
270	180	24	6,5
300	180	25	6,2
330	180	25	6,2
360	175	25	6,0
390	173	25	5,9
420	170	25	5,8
450	170	25	5,8
480	170	25	5,8
510	170	25	5,8
540	170	25	5,8
600	170	25	5,8

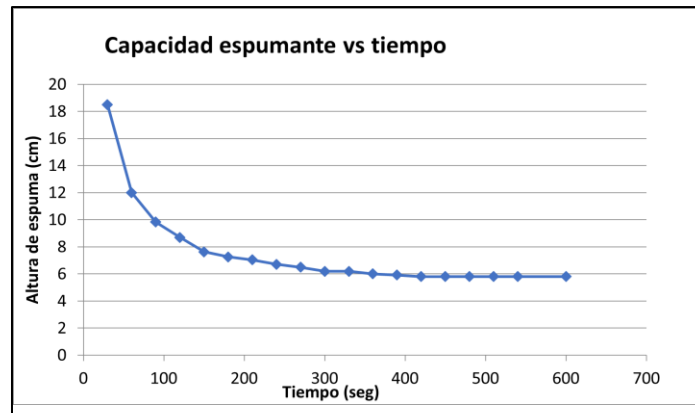


Figura 2. Representación gráfica de la estabilidad de la espuma en el tiempo.

Las Figuras 4, 5 y 6 muestran en detalle el equipo utilizado para la realización de la experiencia.



Figura 4. Equipo para evaluación de espuma por burbujeo.



Figura 5. Detalle equipo para evaluación de espuma por burbujeo.



Figura 6. Espuma y líquido recuperado.

Conclusiones

Los métodos evaluados tienen fortalezas y debilidades, y los resultados aquí encontrados son coincidentes con los reportados por otros autores. Por el diseño del equipo, el método de burbujeo permite tener una mayor sensibilidad en la lectura de desarrollo de espuma y recuperado de líquido, ya que el recorrido es mayor. Como debilidad del mismo, la velocidad con que se produce el recuperado de líquido es baja y la adherencia de la espuma a las paredes del equipo genera un colapso diferencial de los alvéolos de gas en el área transversal. Por su parte, el método de Constant requiere mayores tiempos de ejecución y la variación de volumen tanto de espuma como de líquido recuperado presentan menor sensibilidad en la apreciación. Como aspecto fortalecedor del mismo, se observa una mayor homogeneidad en el comportamiento de la espuma en toda la sección transversal.

En este contexto y para seguir evaluando las producciones de cerveza a escala laboratorio, se decide optar por el método de burbujeo y establecer un tiempo fijo de lectura de 600 segundos, donde la migración de líquido se estabiliza. Como propuesta superadora se incorporará el estudio de transmitancia lumínica como parámetro de estabilidad medida con luxómetro y una fuente de emisión constante.

Referencias

Bamforth, C. (2009). Beer: A Quality Perspective. Academic Press, Inc. New York Primera Edición.

Constant, M. A. (1992), Practical method for characterizing poured beer foam quality. J. Am. Soc. Brew. Chem., 50, 37-47.

Hughes, P. S., Wilde, P. J. (1997). New techniques for evaluation of interaction in beer foams. European Brewery Convention (págs. 525-534) Maastricht. Congree Maastricht.

Pilosof, A. (2000) Caracterización funcional y estructural de proteínas. Editorial Universitaria de Buenos Aires.

Romero, C., Benitez, E. L. (2012). ¿A qué se debe la formación y estabilidad de la espuma en la cerveza? Estudio en cervezas regionales del nordeste argentino. II Jornadas de investigación en ingeniería del NEA y países limítrofes. Resistencia. U.T.N.

Evaluación del subproducto “bio-char” de gasificación de pino como potencial adsorbente de azul de metileno

Evaluation of byproduct “char” from pine gasification as a potential methylene blue adsorbent

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Rocío Gallará

Grupo de Cálculo, investigación, desarrollo y ensayo en máquinas eléctricas, CIDEME (UTN-FRSRco). San Francisco, Córdoba
rgallara20@gmail.com

Valeria I. Ortmann

Grupo de Cálculo, investigación, desarrollo y ensayo en máquinas eléctricas, CIDEME (UTN-FRSRco). San Francisco, Córdoba
viortmann5@gmail.com

Agustina Balangione,

Grupo de Cálculo, investigación, desarrollo y ensayo en máquinas eléctricas, CIDEME (UTN-FRSRco). San Francisco, Córdoba
agubalangione98@gmail.com

Lina García

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica “Ing. José Miguel Parera”, INCAPE (UNL-CONICET), Santa Fe, Argentina
linavgarciap@gmail.com

Mariana Bernard

Grupo de Cálculo, investigación, desarrollo y ensayo en máquinas eléctricas, CIDEME (UTN-FRSRco). San Francisco, Córdoba
mbernard@sanfrancisco.utn.edu.ar

M. Eugenia Taverna

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, INTEC (UNL - CONICET), 3000 Santa Fe, Argentina
mariaeugeniataverna@gmail.com

Resumen

En este trabajo, se obtuvieron residuos carbonosos de procesos de gasificación de biomasa, comúnmente conocidos como bio-char, a fin de ser evaluados como potenciales adsorbentes de azul de metileno, un contaminante muy común presente en los cursos de agua proveniente de industrias textiles. A tales efectos, se llevó adelante un trabajo teórico-experimental donde se evaluó la capacidad de adsorción empleando tres tipos de bio-char. La parte experimental consistió en llevar adelante estudios de equilibrio y cinética del contaminante. Para la parte teórica, se empleó el modelo de Langmuir que describe el proceso de equilibrio de adsorción, mientras que dos modelos de pseudo primer orden y segundo orden fueron empleados para evaluar los parámetros de cinética. Los resultados muestran que los tres bio-char son potenciales adsorbentes de azul de metileno, aunque el bio-char 3 presentó un leve incremento en su capacidad adsorbente, mostrando un q_{\max} de 14,61 mg/g.

Palabras clave: gasificación, bio-char, azul de metileno, modelo de Langmuir

Abstract

In this work carbon residues commonly known as bio-char were obtained from biomass gasification processes, in order to be evaluated as potential adsorbents of methylene blue, a very common contaminant of watercourses from textile industries. For this purpose, a theoretical-experimental work was carried out, where the adsorption capacity was evaluated using three types of bio-char. The experimental part consisted of carrying out equilibrium and kinetic studies of the contaminant. For the theoretical part, the Langmuir model that describes the adsorption equilibrium process was used, while two pseudo first order and second order models were used to evaluate the kinetic parameters. The results show that the three bio-chars are potential methylene blue adsorbents, although bio-char 3 showed a slight increase in its capacity as adsorbent, showing a q_{\max} of 14.61 mg/g.

Keywords: gasification, bio-char, methylene blue, Langmuir model

Introducción

La gasificación es un proceso termoquímico que aprovecha biomasa para obtener gas de síntesis (syngas), el cual puede ser utilizado tanto para la generación de energía térmica como eléctrica, incluyendo la combinación de ambos procesos (mediante sistemas de cogeneración). Este proceso surge como alternativa a aquellos que obtienen energía a partir de fuentes no renovables. Entre las biomásas que pueden emplearse se dispone de residuos agroforestales como los madereros, desechos frutales y diferentes residuos de poda (García et al., 2022).

Existen numerosos trabajos que estudian la gasificación de madera proveniente de pino capaces de generar syngas de buena calidad. Sin embargo, en estas tecnologías es inevitable la formación de subproductos tales como alquitranes y bio-char debido a la complejidad estructural de la biomasa. La estructura química de los tejidos vegetales (tallos, hojas, cáscaras, semillas, raíces, etc.) presenta cavidades y poros que permiten el atrapamiento de moléculas pequeñas, como metales, hasta moléculas complejas como colorantes. La adsorción con materiales de estructura porosa y grupos superficiales se ha visto como una tecnología eficaz para la remoción de trazas de contaminantes en soluciones acuosas (Valladares Cisneros et al., 2017). El bio-char se considera el residuo carbonoso de la gasificación de biomasa. Está formado principalmente por carbono y cenizas, pero también suele contener hidrógeno, oxígeno y una pequeña cantidad de nitrógeno y azufre. Es sabido que este material puede adsorber sustancias por su estructura porosa y sus grupos funcionales superficiales.

El azul de metileno es uno de los contaminantes más comunes que son descargados en cursos de agua, y a muy elevadas concentraciones puede causar aumento de la frecuencia cardíaca, vómitos, cianosis o ictericia (Arrieta et al., 2017). Por lo tanto, es extremadamente importante encontrar alternativas de bajo costo para la remoción de este contaminante de los efluentes industriales antes de descargarlo al medio ambiente. Por otro lado, este compuesto puede utilizarse como molécula modelo, ya que su comportamiento puede extenderse a compuestos que contienen el grupo azo como los fertilizantes y plaguicidas (Ramos Garzón y Blanco Pinzón, 2017).

En este trabajo se evaluaron tres bio-char como adsorbente de azul de metileno, obtenidos de gasificación de aserrín de madera blanda proveniente de *Pinus elliottii*, en un equipo a escala banco de lecho fluidizado con diferentes condiciones experimentales: temperatura de gasificación y relación equivalente (ER); siendo esta última la relación entre el oxígeno alimentado y el estequiométrico necesario para una combustión completa. En este aspecto, se analizaron soluciones con concentraciones específicas de azul de metileno y se estudiaron las

condiciones de equilibrio y cinética de remoción. Además, se utilizaron los modelos de Langmuir; y pseudo primer y segundo orden para estudiar teóricamente los resultados de equilibrio, y cinética, respectivamente.

Desarrollo

Materiales

Se utilizaron muestras de bio-char obtenido por gasificación de aserrín proveniente de madera blanda de *Pinus elliottii*. La gasificación se realizó en un gasificador a escala banco autotérmico de lecho fluidizado (García et al., 2022) utilizando diversas condiciones de gasificación, mediante la cual se obtuvieron tres tipos de bio-char, que se describen a continuación:

Bio-Char 1: se obtuvo por gasificación a 700 °C, con aporte de vapor de agua y ER=0,45.

Bio-Char 2: se obtuvo por gasificación a 750 °C, sin aporte de vapor de agua y ER=0,45.

Bio-Char 3: se obtuvo por gasificación a 650 °C, sin aporte de vapor de agua y ER=0,35.

Los bio-char analizados presentaron un contenido de C, H, O, N de 64,18; 3,18; 24,38 y 0,59%, respectivamente. Las propiedades texturales de los bio-char resultaron similares a las reportadas en literatura (García et al., 2022).

Estudios de equilibrio y cinética de adsorción de azul de metileno

Se realizaron estudios de adsorción de azul de metileno sobre bio-char en equilibrio y se evaluó además la cinética de adsorción de azul de metileno. Para la realización de los estudios de equilibrio se preparó una solución madre de 1000 ppm. Con esta solución y sus respectivas diluciones se armó la curva de calibrado mediante espectroscopía UV-vis (Spectrum SP-1103), midiendo absorbancia a 660 nm. De la solución madre de 1000 ppm se prepararon diluciones de 50 mL en erlenmeyers con concentraciones de 25 y 50 ppm, a las que se le colocaron 50 mg de bio-char. Los erlenmeyer se mantuvieron con agitación magnética durante 24 h. Pasado este período se retiraron las muestras del agitador y se centrifugaron en una centrifuga de mesa (Cavour), a 1500 rpm durante 5 min para evitar que queden partículas de bio-char en suspensión. Para la medición, las muestras se diluyeron de manera que los valores de absorbancia estén dentro del rango de linealidad de la ley de Lambert-Beer.

Para el ensayo de cinética, se pesaron 100 mg de cada bio-char y se introdujeron en sendos recipientes con 100 mL de solución de azul de metileno cuya concentración fue de 10 ppm. Cada uno de ellos se sometió a agitación magnética y se sacaron muestras a los 0, 5, 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 180 min. Las muestras extraídas se centrifugaron, se diluyeron y se les midió la absorbancia a 660 nm.

El balance de masa empleado en los estudios de adsorción corresponde a la siguiente expresión:

$$q(t) = \frac{(C_0 - C(t)) \cdot V}{W} \quad (1)$$

donde $q(t)$ es cantidad de azul de metileno adsorbida al cabo de un tiempo por unidad de masa de bio-char; C_0 es igual a la concentración de azul de metileno inicial y $C(t)$ es la concentración hallada a un tiempo t ; V es el volumen de líquido en mL; y W es la masa de bio-char en mg.

Cuando el tiempo es 24 h, $q(t)=q_e$; es decir, corresponde a la cantidad de azul de metileno adsorbida en el equilibrio.

Estudio teórico

A fin de obtener parámetros de equilibrio, se empleó el modelo de Langmuir cuya ecuación se muestra a continuación:

$$q_e = \frac{q_{max} \cdot K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e} \quad (2)$$

donde q_{\max} es la capacidad máxima de adsorción de azul de metileno; y K_L es la constante de equilibrio de Langmuir.

Para el estudio cinético, se emplearon los modelos de pseudo-primer orden y pseudo-segundo orden (ecuaciones 3 y 4).

$$q(t) = q_{ec} \cdot (1 - e^{-k_1 \cdot t}) \quad (3)$$

$$q(t) = \frac{q_e^2 \cdot k_2 \cdot t}{(1 + q_e \cdot k_2 \cdot t)} \quad (4)$$

donde q_e fue definido anteriormente, k_1 y k_2 son las constantes cinéticas del modelo, y t el tiempo experimental expresado en minutos.

Para el ajuste de los diferentes modelos, se empleó el algoritmo del gradiente generalizado reducido (GRG), que es útil para resolver problemas de optimización no lineales.

Resultados y discusión

Los bio-char empleados poseen características fisicoquímicas similares. Para todos ellos, la única diferencia radica en las condiciones experimentales a las cuales fueron obtenidos.

En relación con la remoción de azul de metileno, se ha reportado que no existen diferencias en la capacidad de adsorción de materiales a diferentes temperaturas y pH experimentales (García et al., 2018). En este trabajo, se estudió el efecto de la adsorción a temperatura ambiente y sin ningún tipo de ajuste de pH.

Las curvas de equilibrio para las dos concentraciones estudiadas (25 y 50 ppm) se presentan en la figura 1.

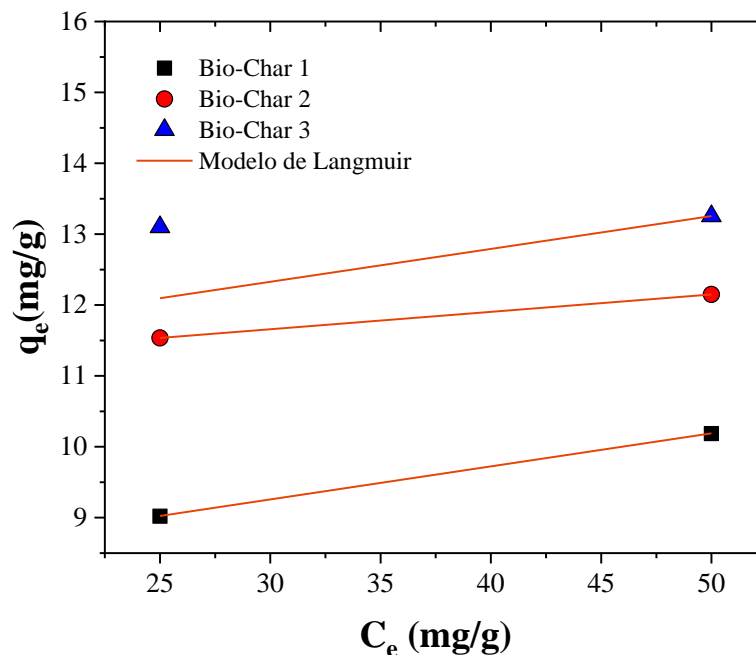


Figura 1. Isotermas de equilibrio de adsorción para los tres bio-char. La línea llena representa el ajuste del modelo de Langmuir.

Los datos ajustados por el modelo de Langmuir se muestran en la Tabla 1. Los datos experimentales son adecuadamente representados por el modelo propuesto ya que se pudieron cotejar coeficientes de correlación cercanos a 1.

Al comparar los tres bio-char, se puede observar que el bio-char 3 tiene una leve mejora de las propiedades de adsorción, debido a su mayor q_{max} . Aparentemente, la mejora en la capacidad de adsorción queda determinada por un proceso de gasificación que emplea una menor temperatura de gasificación sin aporte de vapor de agua, y una menor relación de ER. Esto sugiere que bajo estas condiciones se produce una modificación de la estructura del bio-char cambiando su morfología y el contenido de grupos activos superficiales.

En la Figura 2a se muestran los resultados de cinética para los tres materiales estudiados. En la Figura 2b, se presenta para el bio-char 1 el ajuste del modelo de pseudo-primer orden y de pseudo-segundo orden. En la tabla 2 se representan los parámetros ajustados por los modelos cinéticos. En todos los casos, ambos modelos ajustan de manera correcta los valores experimentales. Sin embargo, para el modelo de pseudo-segundo orden se observan coeficientes de correlación superiores.

Tabla 1. Parámetros ajustados mediante el modelo de Langmuir

	q_{max} (mg/g)	KL (L/mg)	R^2
Bio-Char 1	10,93	0,38	0,99
Bio-Char 2	12,69	0,72	0,99
Bio-Char 3	14,61	0,38	0,95

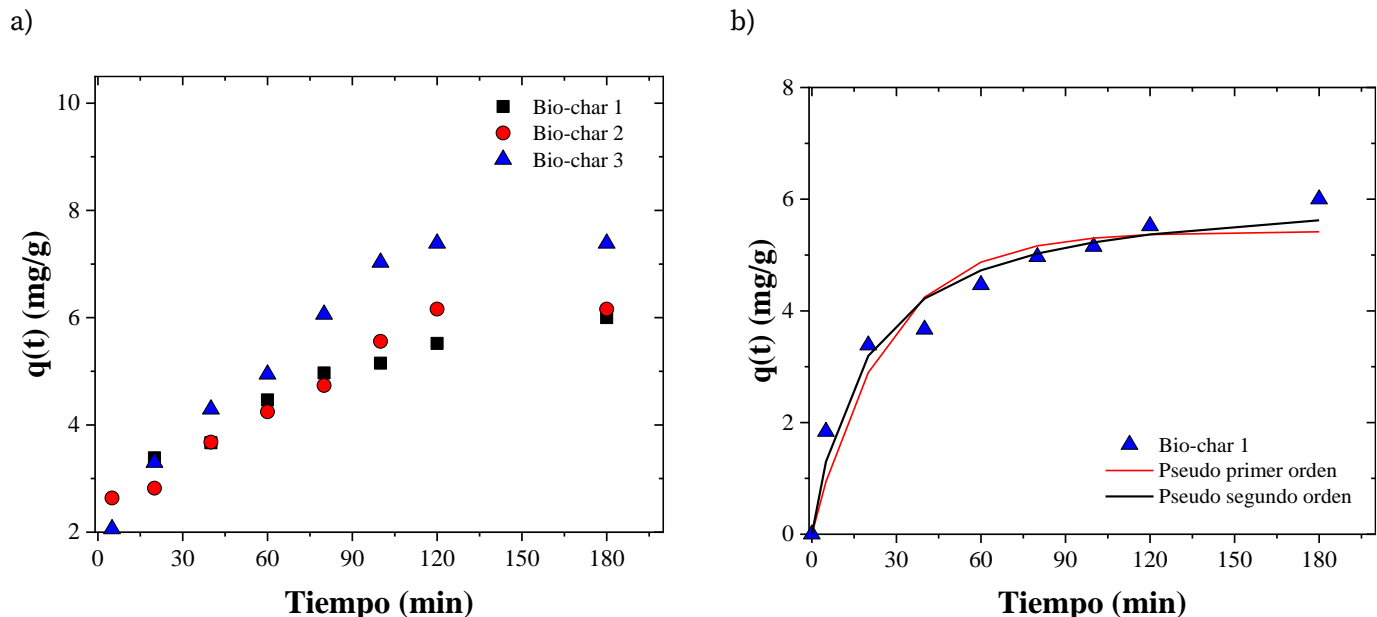


Figura 2. Curvas cinéticas con datos experimentales de adsorción de azul de metileno para los tres bio-char (a) y representación de ajuste de los dos modelos cinéticos para los datos experimentales del bio-char 3 (b).

La cantidad de azul de metileno adsorbida en el equilibrio guarda relación con los valores hallados anteriormente en los experimentos de equilibrio. Sin embargo, son menores a los mostrados, ya que en ellos la concentración inicial

de azul de metileno fue de 10 ppm. De manera similar a los resultados de equilibrio, el bio-char 3, exhibe un mayor q_e comparado con los otros dos bio-char.

Tabla 2. Parámetros de ajuste para los modelos cinéticos de adsorción de azul de metileno para los tres bio-char.

	Modelo de pseudo primer orden			Modelo de pseudo segundo orden		
	q_e (mg/g)	$k_1 \times 10^3$ (1/min)	R^2	q_e (mg/g)	$k_2 \times 10^3$ (g/mg/min)	R^2
Bio-Char 1	5,42	40,0	0,94	6,21	8,0	0,97
Bio-Char 2	5,94	20,0	0,89	6,73	7,5	0,91
Bio-Char 3	7,52	20,0	0,96	9,12	3,0	0,97

Conclusiones

Se evaluaron tres bio-char provenientes de gasificación como potenciales adsorbentes de azul de metileno. Los tres residuos carbonosos mostraron capacidad de adsorción sin ningún tipo de modificación. Los resultados sugieren que el bio-char 3 exhibe un leve incremento de las propiedades de adsorción. En trabajos futuros, se espera poder realizar el estudio con residuos provenientes de otras biomásas y extender la caracterización de los carbones, a fin de profundizar los parámetros que intervienen en la relación estructura-capacidad de adsorción.

Agradecimientos

Se agradece a la UTN por el financiamiento recibido (PID ENPPBSF0008448).

Referencias

- García, L., Córdoba, M., Dosso, L., Vera, C., Busto, M., & Badano, J. (2022). Catalytic Steam Reforming of Biomass Tar Model Compounds with Low Cost Catalysts: Effect of Operation Conditions. *Topics in Catalysis*, 1-12
- Valladares-Cisneros, M. G., Valerio-Cárdenas, C., de la Cruz-Burelo, P., & Melgoza-Alemán, R. M. (2017). Adsorbentes não convencionais, alternativas sustentáveis para o tratamento de águas residuais. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 55-73.
- Albis-Arrieta, A., Llanos-Reales, H., Galeano-Gil, J., & García-Moreno, D. (2018). Adsorption of methylene blue using cassava peels (*Manihot esculenta*) modified with oxalic acid. *Revista ION*, 31(2), 99-110.
- Ramos Garzón, F. S., & Blanco Pinzón, B. A. (2017). Decoloración y degradación de azul de metileno presente en agua.
- García, J. R., Sedran, U., Zaini, M. A. A., & Zakaria, Z. A. (2018). Preparation, characterization, and dye removal study of activated carbon prepared from palm kernel shell. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5076-5085.

Formulación de films de caseína compuestos con tetracaína clorhidrato para su uso como potencial sistema anestésico local en odontología.

Formulation of casein films composed of tetracaine hydrochloride for use as potential a local anesthetic system in dentistry.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Vanina Alejandra Guntero

Grupo Productos Naturales y Materiales (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco). Argentina.

Grupo de Síntesis Orgánica y Materiales (Instituto de Química Aplicada del Litoral). Argentina.

vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar

Leandro Gabriel Gutiérrez

Grupo de Síntesis Orgánica y Materiales (Instituto de Química Aplicada del Litoral). Argentina.

lgutierrez@fiq.unl.edu.ar

Yamile Soledad Aon

Grupo Productos Naturales y Materiales (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco). Argentina.

yamiaon@gmail.com

María Candela Acuña

Grupo Productos Naturales y Materiales (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco). Argentina.

candela.acu47@gmail.com

Candela Borello

Grupo Productos Naturales y Materiales (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco). Argentina.

cande.borello@gmail.com

Cristian Alejandro Ferretti

Grupo de Síntesis Orgánica y Materiales (Instituto de Química Aplicada del Litoral). Argentina.

cferretti@fiq.unl.edu.ar

Resumen

En el presente estudio se planteó sintetizar un film que tenga incorporado tetracaína clorhidrato como compuesto activo dado que éste es ampliamente utilizado en medicina por su propiedad anestésica. En las formulaciones planteadas se utilizó un polímero natural, la caseína y, además, se agregaron compuestos como glicerol y alginato de potasio con objeto de modificar determinadas propiedades mecánicas y físicas. De esta forma, se realizaron diversas experiencias variando las cantidades de cada componente hasta encontrar el film que posee las características buscadas. El film denominado TC3 fue aquel cuyos rasgos eran aceptables, por lo que fue sometido a

una serie de ensayos para caracterizarlo. Entre los ensayos realizados se encuentran la determinación del espesor, contenido de humedad, material soluble total y sólidos insolubles. Los resultados obtenidos fueron muy valiosos para continuar el estudio del sistema con objeto de que tenga un uso potencial como anestésico local en odontología.

Palabras clave: caseína, tetracaína clorhidrato, anestesia local.

Abstract

In the present study, it was proposed to synthesize a film that incorporates tetracaine hydrochloride as an active compound, since it is widely used in medicine for its anesthetic property. In the proposed formulations was used a natural polymer, casein, and in addition, compounds such as glycerol and potassium alginate were added in order to modify certain mechanical and physical properties. In this way, various experiments were carried out, varying the amounts of each component until the film reached the desired characteristics. The film TC3 was acceptable, so it was subjected to a series of tests to characterize it. Among the tests carried out are the determination of thickness, moisture content, total soluble material and insoluble solid. From the results obtained, we can conclude that the formulation of the developed film could have a potential use as a local anesthetic in odontology.

Keywords: casein, tetracaine hydrochloride, local anesthetic.

Introducción

Es común que las prácticas odontológicas conlleven dolor, miedo y desconfianza. Por eso, el uso de anestesia es algo necesario y común. En este sentido, se conoce que existen dos tipos de anestesia local dental, una puede ser administrada en forma de gel, crema, loción, o aerosol y el otro tipo es suministrada mediante infiltración. El primer grupo corresponde a la anestesia tópica, donde su papel es disminuir y atenuar estímulos dolorosos como puede ser la infiltración de anestesia local, la cual se aplica a través de una aguja en alguna zona de la cavidad oral (Mundiya & Woodbine, 2022). Contradictoriamente, si bien la anestesia es aplicada para que el tratamiento dental sea indoloro y cómodo para el paciente, en algunos casos la administración mediante inyección genera el efecto contrario (Brunton et al., 2022). A su vez, existen distintos anestésicos tópicos tales como, la benzocaína, tetracaína clorhidrato (TCH), lidocaína y la combinación de algunos ellos. En especial, la TCH es un éster etílico del ácido p-aminobenzoico muy utilizado como un agente anestésico local (Hassan et al., 2017). La tetracaína es muy poco soluble en agua por lo que se formula como una solución de sal de clorhidrato de tetracaína (Zelmat et al., 2019).

Por otro lado, existe un creciente interés en utilizar biopolímeros para el desarrollo de diversas aplicaciones en medicina. Polímeros naturales tales como la caseína, el almidón y pectinas, ofrecen muy buenas oportunidades para el desarrollo y síntesis de films debido a su biodegradabilidad y biocompatibilidad (Chambi & Grosso, 2006). Particularmente los films de caseína son solubles en agua y muestran una buena barrera al oxígeno (Picchio et al., 2018).

La caseína micelar (CM) es una proteína que constituye uno de los principales componentes de las proteínas de la leche. Está compuesta por cuatro subunidades, α_{s1} -, α_{s2} -, β - y k-caseína. Es una proteína altamente estructurada, que tiende a mostrar características de autoensamblaje, permitiendo que se sus subunidades se combinen espontáneamente para formar micelas. Las micelas de caseína son vehículos naturales y se utilizan potencialmente como sistema de administración de fármacos y sustancias bioactivas (Mao et al., 2022).

En la preparación de un film, la incorporación de plastificantes mejora la flexibilidad de la película, beneficiando así las propiedades mecánicas del mismo (Souza et al., 2012). Dado que se busca utilizar films para aplicación odontológica, se deben elegir aquellos que sean biocompatibles tales como el agua, sorbitol y glicerol (Pellá et al., 2020). También suele ser necesario la incorporación de un agente entrecruzante para lo cual se utilizó el alginato de potasio. El alginato es un biopolímero hidrofílico que se utiliza para la formulación de films y recubrimientos debido a sus propiedades coloidales, que incluyen su uso para espesar soluciones, formar geles y estabilizar emulsiones. (Acevedo et al., 2012)

Como se mencionó anteriormente, la anestesia local puede causar efectos incómodos en el paciente por lo que, en este trabajo, se evalúa el desarrollo de un film de caseína micelar que contenga el anestésico tetracaína clorhidrato como componente activo. Así, en esta primera etapa se estudiaron diversas formulaciones a las que, posteriormente a su síntesis, se les realizó su caracterización fisicoquímica.

Desarrollo

Materiales

Caseína micelar comercial, glicerol ($C_3H_8O_3$), alginato de potasio $[(C_{12}H_{14}CaO_{12})_n]$, buffer de pH 10,64 (preparado con carbonato de potasio anhidro, K_2CO_3 , y agua destilada), tetracaína clorhidrato ($C_{15}H_{24}N_2O_2 \cdot HCl$).

Preparación de las formulaciones

Para la síntesis del film, se siguió la metodología planteada por Picchio, 2018, a la cual se le realizaron modificaciones. Se preparó una solución de caseína (10 %p/p) en el buffer de carbonato de potasio (CK) a 60 °C bajo agitación magnética. Transcurrido 10 min, se agregaron las cantidades de los demás componentes (Tabla 1) refiriéndolas al %p/p de la caseína: glicerol (Gli) (25 y 50 %p/p), alginato de potasio (AP) (1, 2 y 4 %p/p) y, por último, se agregó la tetracaína clorhidrato (20 %p/p). Se agitó durante 10 min manteniendo la temperatura a 50 °C. Para finalizar se vertió la solución en una placa de mármol y se dejó secar a temperatura ambiente durante 7 días.

Tabla 1. Formulaciones planteadas

Formulación	TCH [%]	CM [g]	CK [g]	Gli [%]	AP [%]
Control	-	2	18	50	4
TC1	20	2	18	50	4
TC2	20	2	18	50	2
TC3	20	4	36	25	1

Caracterización físico-química

Debido a que la formulación de los films le confiere diferentes propiedades físico-químicas, se realizó la evaluación de dos ensayos fundamentales de caracterización: la determinación del espesor y el contenido de humedad.

Espesor

El espesor medio se midió siguiendo la metodología propuesta por Pellá, 2020. Se usó un micrómetro Schwys con una precisión de 0,01 mm. Las medidas se realizaron por triplicado en puntos elegidos al azar. Luego, se calculó el valor promedio y su correspondiente desvío.

Contenido de humedad (MC)

Para determinar la solubilidad en el agua se siguió la técnica propuesta por Khedri, 2021. Se midió la masa de muestras cuadradas de 4 cm² de superficie y, luego, se colocaron en estufa a 105 °C. Se determinó la masa luego de 18 h en la estufa. Usando la ecuación (1) se determinó el MC. Los datos a registrar fueron: m_o , que se refiere a la masa de la muestra inicial antes de colocarla en la estufa y m_f que corresponde a la masa seca después de 18 h en estufa.

$$MC = \frac{m_f - m_o}{m_o} \quad (1)$$

Aplicación

Teniendo en cuenta la posible implementación del film como anestésico tópico, se midieron los valores de materia soluble total y sólidos insolubles.

Material soluble total (TSM)

Se pesaron muestras de 4 cm² de superficie y luego se sumergieron en vasos de precipitado con 50 ml de agua destilada durante 24 h. Pasado ese tiempo se retiraron las muestras y se secaron en estufa a 75 °C hasta llegar a masa constante. La materia solubilizada se calculó de la siguiente manera:

$$TSM = \frac{m_f - m_o}{m_o} \quad (2)$$

donde m_f es la masa final después del secado y m_o la masa inicial antes de ser sumergida.

Determinación de sólidos insolubles (%SIns)

Se dejó la muestra en contacto con el agua y se filtró. El papel de filtro se pesó antes de la filtración y se registró su masa, luego del filtrado se volvió a medir su masa para determinar la cantidad de materia insoluble que quedó en el papel. Utilizando la ecuación (3), donde m_f es la masa final del filtro y m_o la masa inicial, m la masa de la muestra antes de disolverla, se obtuvo el porcentaje de sólidos insolubles.

$$\%SIns = \frac{m_f - m_o}{m_o} \times 100 \quad (3)$$

Conclusiones

Se prepararon distintas formulaciones de films de caseína funcionalizados con tetracaína clorhidrato. En base al aspecto y flexibilidad que presentaron, se seleccionó la composición de TC3 con una cantidad de compuesto activo del 20% p/p en base a la masa de caseína. De manera que los ensayos de caracterización posteriores se realizaron para dicho film.

Dentro de las propiedades físico-químicas se midió el espesor del film para asegurar que sea uniforme, obteniendo un valor de 0,23±0,08 mm. También se determinó el contenido de humedad, ya que puede afectar las propiedades estructurales, mecánicas y de barrera del film (Khedri et al., 2021), el cual fue del 17,9±4,9%.

De los ensayos relacionados con la potencial aplicación buscada, la determinación de materia soluble total indicó que el 51,4±0,5 % del film se solubilizó en agua, siendo este resultado coherente con el alcanzado en la determinación de sólidos insolubles que fue del 50,7±2,6 %.

Referencias

- Acevedo, C. A., López, D. A., Tapia, M. J., Enrione, J., Skurtys, O., Pedreschi, F., Brown, D. I., Creixell, W., & Osorio, F. (2012). Using RGB Image Processing for Designing an Alginate Edible Film. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), 1511–1520. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0453-y>
- Brunton, P. A., McLean, M., Vedagiri, S., McKeage, J., Ruddy, B., Weatherly, K., White, D., Taberner, A., & Loch, C. (2022). Jet injection needle-free dental anaesthesia: Initial findings. *Journal of Dentistry*, 122(March), 104165. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104165>
- Chambi, H., & Grosso, C. (2006). Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. *Food Research International*, 39(4), 458–466. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.09.009>
- Hassan, A. K., Ameen, S. T., & Saad, B. (2017). Tetracaine – selective electrodes with polymer membranes and their application in pharmaceutical formulation control. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S1484–S1491. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.04.029>
- Khedri, S., Sadeghi, E., Rouhi, M., Delshadian, Z., Mortazavian, A. M., de Toledo Guimarães, J., fallah, M., & Mohammadi, R. (2021). Bioactive edible films: Development and characterization of gelatin edible films incorporated with casein phosphopeptides. *Lwt*, 138, 110649. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110649>
- Mao, M., Ni, D., Ma, L., Chen, F., Hu, X., & Ji, J. (2022). Impact of high hydrostatic pressure on the micellar structures and physicochemical stability of casein nanoemulsion loading quercetin. *Food Chemistry: X*, 14(March), 100356. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100356>
- Mundiya, J., & Woodbine, E. (2022). *Updates on Topical and Local Anesthesia Agents*. 1. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2021.08.003>
- Pellá, M. C. G., Silva, O. A., Pellá, M. G., Beneton, A. G., Caetano, J., Simões, M. R., & Dragunski, D. C. (2020). Effect of gelatin and casein additions on starch edible biodegradable films for fruit surface coating. *Food Chemistry*, 309, 125764. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125764>
- Picchio, M. L., Linck, Y. G., Monti, G. A., Gugliotta, L. M., Minari, R. J., & Alvarez Igarzabal, C. I. (2018). Casein films crosslinked by tannic acid for food packaging applications. *Food Hydrocolloids*, 84, 424–434. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.028>
- Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V., & Tadini, C. C. (2012). Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 46(1), 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.018>
- Zelmat, C., Fergoug, T., Azayez, M., Meddah, N., Chater, F., Boudjoras, H., & Bouhadda, Y. (2019). Micellar and solubility properties of drug tetracaine-hydrochloride from thermal conductivity measurements. *Journal of Molecular Liquids*, 293, 111572. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111572>

Pirólisis de residuos lignocelulósicos provenientes de la industria frutihortícola

Pyrolysis of Lignocellulosic Waste from the Fruit and Vegetable Industry

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Nicolas Guiñazú

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba

Carlos Poncio

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba

Catalina Cabanas

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba

Horacio Falcón

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba
hfalcon@frc.utn.edu.ar

Resumen

La necesidad de reducir la emisión de combustibles fósiles ha llevado a una urgente búsqueda de fuentes de energía alternativas sostenibles, no sólo debido a que son limitadas, sino que dichas fuentes de energía convencionales alteran las condiciones del medio ambiente por la presencia o ausencia de agentes físicos o químicos en grado tal que resulta perjudicial para las personas, animales y plantas, produciendo un deterioro en la calidad de vida. Así, el uso de los recursos de biomasa residual para la generación de energía ofrece numerosos beneficios que abarcan un desarrollo rural e industrial y beneficios ambientales. La pirólisis rápida catalítica de biomasa es una de las tecnologías más prometedoras para la producción de combustibles y productos de mayor valor agregado. En este trabajo, se investigó la producción de bio-líquido mediante pirólisis rápida de residuos de pulpa de pera, sobre un sistema catalítico compuesto por un material mesoporoso Cex/ SBA-15, con $x= 5, 10$ y 20 %. Los experimentos de pirólisis se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo a temperaturas comprendidas entre $300-450$ °C durante 20 minutos, bajo atmósfera de N_2 y en condiciones de vacío.

Palabras clave: pirólisis, biomasa, residuos, mesoporosos, SBA-15.

Abstract

The need to reduce the emission of fossil fuels has led to an urgent search for sustainable alternative energy sources, not only because they are limited, but also because these conventional energy sources alter the environmental conditions due to the presence or absence of physical or chemical agents to such an extent that it is harmful to people, animals, and plants, producing a deterioration in the quality of life. Thus, the use of residual biomass resources for power generation offers numerous benefits that encompass rural and industrial development and environmental benefits. Biomass catalytic fast pyrolysis is one of the most promising technologies to produce

fuels and higher value-added products. In this work, the production of bio-liquid was investigated by fast pyrolysis of pear pulp residues, on a catalytic system composed of a mesoporous material Cex/SBA-15, with $x=5, 10$ and 20% . Pyrolysis experiments were carried out in a fixed-bed reactor at temperatures between $300-450\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 20 minutes, under N_2 atmosphere and vacuum conditions.

Keywords: pyrolysis, biomass, waste, mesoporous, SBA-15.

Introducción

En los últimos dos siglos, la economía mundial ha dependido en gran medida de la sobreexplotación de los recursos naturales y de la alteración de los ciclos y procesos biogeoquímicos que sustentan la vida en la biosfera. La creciente demanda de recursos petrolíferos y la deforestación es una respuesta a la presión para satisfacer la creciente demanda de energía y otros productos básicos [4]. Estas prácticas nocivas para el medio ambiente son las causas profundas del aumento de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), los principales impulsores del cambio climático [5]. La Biomasa lignocelulósica proveniente del procesamiento de la industria agrícola es considerada como una de las alternativas más prometedoras como plataforma alternativa a los recursos combustibles fósiles [1]. La Biomasa se genera a partir de CO_2 atmosférico, agua y luz solar, disponibles a través de la fotosíntesis biológica. Por lo tanto, ha sido considerada como la única fuente sostenible de carbono orgánico en la tierra y el equivalente perfecto al petróleo, con una emisión neutra de dióxido de carbono [2]. La actividad agroindustrial produce gran cantidad de desechos, que en general se acumulan en forma desmedida generando importantes impactos negativos [3]. La conversión de biomasa en combustible y otros productos que pueden agregar valor a la sociedad y la economía es una posible solución a este problema [4]. La pirólisis se ha convertido en el método más rentable, escalable y simple tecnología que puede convertir la biomasa y otras materias primas en energía y otros subproductos. La pirólisis es la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno [7]. Las condiciones del proceso pueden afectar significativamente las propiedades fisicoquímicas, así, el proceso de pirólisis se puede modificar para mejorar el rendimiento de productos, ya que los parámetros del proceso son cruciales para determinar y mejorando la calidad final. Debido a su versatilidad, facilidad de uso y capacidad de actualización, la mayoría de los estudios se han centrado en producir un bioaceite a partir de pirólisis catalítica [6]. Los procesos de pirólisis catalítica utilizan catalizadores durante la pirólisis para producir y mejorar los productos de pirólisis. Los catalizadores se pueden agregar a la materia prima antes del proceso de pirólisis o a la salida de los vapores pirolíticos para obtener un producto requerido. El material mesoporoso SBA-15 es uno de los soportes más populares utilizados para preparar catalizadores sólidos porque puede modificarse para conseguir propiedades texturales únicas: su estructura altamente ordenada y su estabilidad hidrotérmica (relacionada con un mayor espesor de pared), su gran superficie específica ($>800\text{ m}^2/\text{g}$), volumen y la distribución uniforme de tamaño de poro lo hacen ideal para la dispersión de metales promotores de centros activos [8]. En este trabajo de investigación se estudió la producción de biolíquido mediante pirólisis rápida de residuos provenientes del procesamiento de frutas, sobre Cex/SBA-15 con $x=5, 10$ y 20% .

Experimental

Síntesis y caracterización de los materiales

La biomasa utilizada en este estudio fueron residuos de pulpa de pera (**Figura 1**), provenientes de la fabricación de mermeladas, provistos por la empresa DULCOR S.A. de la provincia de Córdoba. Previo a los experimentos, las muestras sólidas fueron molidas y llevadas a estufa a $T = 60^{\circ}\text{C}$ durante 24 h con el propósito de eliminar la humedad y volátiles.



Fig. 1. Residuos provenientes del procesamiento de frutas para la fabricación de mermeladas.

La matriz mesoporosa SBA-15 se sintetizó mediante un proceso hidrotérmico [9]. Se utilizó el copolímero Triblock Pluronic P-123 (Aldrich) como agente director de estructura, tetraetil ortosilicato (TEOS 98 % p/p, Aldrich) como fuente de silicio, y una solución 2 M de ácido clorhídrico (HCl, Cicarelli) para regular el pH del medio. El material obtenido fue calcinado en mufla a 500 °C por 8 h, con una rampa de calentamiento de 1 °C/min para eliminar el surfactante. A continuación, la matriz se modificó por el método de impregnación húmeda. Para obtener el catalizador unimetálico se utilizó $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Aldrich; grado analítico como fuente del metal. Las cantidades requeridas de la sal para incorporar un 5, 10 y 20 % p/p de Ce se llevó a cabo disolviendo dentro de un vaso de precipitado con 10 ml agua destilada. Posteriormente, el solvente se evaporó en una estufa a 100 °C por 12 h. El material recuperado se calcinó en mufla a 550 °C por 5 h, con una rampa de calentamiento de 8 °C/min, y se denominó 5Ce/SBA-15, 10Ce/SBA-15 y 20Ce/SBA-15. Las mediciones de dispersión de rayos X a bajo ángulo (SAXS) se realizaron en un rango de 2θ entre 0,3-11°, en un equipo Xenocs XEUSS 2.0 con un detector Pilatus 100 K y radiación CuK α ($\lambda=0,154$ nm). La superficie específica de los materiales se determinó utilizando el método BET por un solo punto, en un equipo Micromeritics Pulse ChemiSorb 2700. Las mediciones de difracción de rayos X a alto ángulo (DRX) se hicieron en un difractómetro de polvos PANalytical X-Pert Pro con geometría de Bragg-Brentano y radiación CuK α ($\lambda=0,154$ nm). El valor del paso durante las medidas fue de 0,5°/min en el intervalo de 2θ de 20-80°.

Actividad Catalítica

Los experimentos de pirólisis se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo horizontal (**Figura 2**); el tiempo de reacción de estos fue de 20 min. Se trabajó a diferentes temperaturas: 300; 350; 400 y 450°C con una presión del sistema de 40 cm Hg y un flujo de N_2 de 15 mL/min. Se trabajo con una biomasa de 500 mg y 10 %P/P de catalizador. Ambos se colocaron en un reactor separados por lana de vidrio, de forma tal que permita que el catalizador sea recuperado y reusado. Una vez que el horno se encuentra estabilizado a la temperatura de trabajo, se introdujo el reactor. Al estar en un ambiente de presión negativa y con un flujo de gas de arrastre hace que el tiempo de residencia sea muy corto (<1 seg). Los productos de la pirólisis se condensaron en dos trampas criogénicas en serie (-170°C).



Fig. 2. Foto del equipo de pirólisis rápida.

Resultados y discusión

Rendimiento de los productos de pirólisis

La composición del producto de pirolisis, es decir: Sólido – Líquido y Gas, es dependiente del tiempo de Reacción, es decir el tiempo que permanece el residuo en el interior del reactor. Para verificar que rango es el apropiado para una mejor respuesta en el proceso, se llevó a cabo experimentos a distintos tiempos (**Figura 3**).

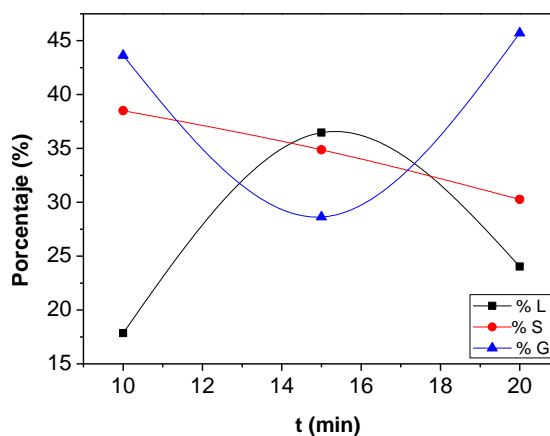


Figura 3. Rendimientos (% p/p) de los productos de pirólisis de Pulpa de Pera a t = 10, 15 y 20 min.

La **Figura 3** muestra los rendimientos de los productos de pirólisis para tiempos de reacción t = 10, 15 y 20 min. Como pudimos observar, el tiempo óptimo que permite maximizar el biolíquido fue a t= 15 min. obteniéndose un 36.5 % a expensas de una disminución del rendimiento de sólido y gas (**Tabla 1**).

Tabla 1: Rendimiento (%p/p) de los productos de pirolisis.

t (min)	%L	%S	%G
10	17,90	38,51	43,64
15	36,50	34,88	28,62
20	24,00	30,26	45,71

La **Figura 4** muestra los rendimientos de los productos de pirólisis de pulpa de pera, a temperaturas de reacción $T = 300, 350, 400$ y $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ y tiempo 15 min.

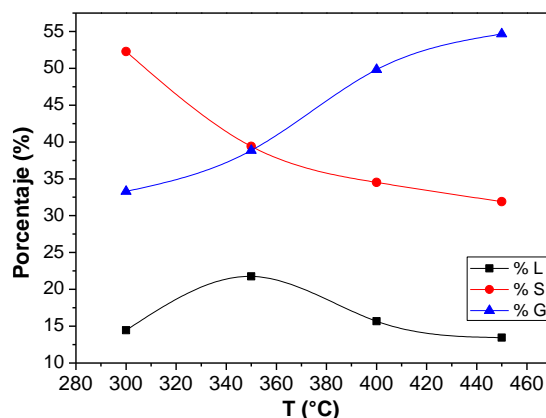


Figura 4. Rendimientos (% p/p) de los productos de pirólisis de Pulpa de Pera a $T = 300, 350, 400$ y 450°C .

Como se pudo observar, la temperatura óptima que permite maximizar el biolíquido fue a $T = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$. obteniéndose un 22.5 % de biolíquido.

Pirólisis Catalítica

Con el objetivo de mejorar la composición y producción del bio-líquido de pirólisis, se decidió llevar a cabo reacciones de pirólisis en presencia de catalizadores. Para ello, se pesó la biomasa y el catalizador, siendo la masa de este último un 10 % P/P de la biomasa previamente pesada. Se evaluó un catalizador mesoporoso: 5Ce/SBA-15, 10Ce/SBA-15 y 20Ce/SBA-15. La composición de los bio-líquidos se estudió mediante CG-EM, diluyendo una pequeña cantidad de estos en acetona, inyectando en el cromatógrafo y analizando los cromatogramas. El tiempo de reacción fue de 20 minutos, en condiciones de vacío y flujo de N_2 empleadas anteriormente. Se analizaron los resultados obtenidos a 350°C y $t = 15$ min. En la **Tabla 2** y **Tabla 3**, se muestran los rendimientos y selectividades de la fracción líquida obtenidas para ambos catalizadores.

Tabla 2: Rendimiento (%p/p) de los productos de pirólisis.

Compuesto	s/Catalizador	5CeSBA15	10CeSBA15	20CeSBA15
Furfural	4,954	17,775	26,424	13,782
4-Acetonilciclohexanona	0,522	0,219	0,638	0,661
2,2 dimetil 1,3-Dioxolane-4-metanol	2,272	-	-	-
Furanona	1,199	-	-	-
4-oxo-Ácido Pentanoico	2,536	0,757	1,686	4,798
3-Hexanol, 2,5-dimethyl-	0,246	-	-	-
3,5-Octadien-2-one	3,880	-	-	-
Levoglucosanona	0,157	2,968	1,768	2,638
1,4:3,6-Dianhidro-alfa-d-glucopiranosas	5,546	6,268	7,082	9,435
1,4-diol-2-buteno	-	0,182	0,280	1,639
Isosorbide	0,438	6,899	4,010	10,929
2,3-anhidro-d-galactosano	-	0,211	0,625	1,526
Levoglucosano	-	5,005	1,810	6,802
Ácido Hexanoico	-	0,206	1,608	1,521

Tabla 3: selectividad de los productos de pirólisis.

Compuesto	S/ Catalizador	5CeSBA15	10CeSBA15	20CeSBA15
Furfural	22,777	43,900	57,530	25,650
4-Acetonilciclohexanona	2,401	0,540	1,390	1,230
2,2 dimetil 1,3-Dioxolane-4-metanol	10,447	-	-	-
Furanona	5,514	-	-	-
4-oxo-Ácido Pentanoico	11,658	1,870	3,670	8,930
3-Hexanol, 2,5-dimethyl-	1,130	-	-	-
3,5-Octadien-2-one	17,839	-	-	-
Levoglucosanona	0,723	7,330	3,850	4,910
1,4:3,6-Dianhidro-alfa-d-glucopiranos	25,498	15,480	15,420	17,560
1,4-diol-2-buteno	-	0,450	0,610	3,050
Isosorbide	2,013	17,040	8,730	20,340
2,3-anhidro-d-galactosan	-	0,520	1,360	2,840
Levoglucosano	-	12,360	3,940	12,660
Ácido Hexanoico	-	0,510	3,500	2,830

La composición estuvo dada principalmente por Aldehídos y alcoholes y en menor proporción algunos compuestos como cetonas y Ester. Como se puede observar, el efecto del catalizador es clave para una mayor formación de compuestos de alto valor agregado.

Conclusiones

Se estudió la pirólisis rápida de residuos de Pulpa de pera, proveniente de la fabricación de dulces y mermeladas, con la incorporación de un sistema catalítico como estrategia tendiente a mejorar la producción y calidad del biolíquido. Durante el proceso, la presencia del catalizador, en una proporción de 10 % P/P, produjo un aumento del biolíquido obtenido a 350°C, incrementado la selectividad hacia determinados productos de importancia, como p. e. furanos. El catalizador 10Ce/SBA-15, mostro ser más activo para la producción de Furfural, obteniéndose un rendimiento del 26 % y una selectividad del 57 %. Este compuesto es muy valioso por sus aplicaciones en la fabricación de plásticos, base química de herbicidas, fungicidas e insecticidas.

Referencias

- [1] E. Kwaku Armah, M. Chetty, S. Rathilal, D. Asante-Sackey, E. KweinorTetteh, Handbook of Biofuels, 233-247, (2022).
- [2] T. Pulles, M. Gillenwater, K. Radunsky, Carbon Management, 13:1, 181-189, (2022).
- [3] I. Oluseun Adejumo, O. Adebukola Adebiji, Strategies of Sustainable Solid Waste Management, 15-12 (2020).
- [4] N. Tien Hoang, K. Kanemoto, Nature Ecology & Evolution, 5, 845-853 (2021).
- [5] W.F. Lamb, Environmental Research Letter, 16 073005, (2021).
- [6] T. Kana, V. Strezova, T. Evans, J. Hea, R. Kumara, Q. Lu, 134, Renewable and Sustainable Energy Reviews 110305 (2020).

- [7] M. Shahbaz, A. AlNouss, P. Parthasarathy, A.H. Abdelaal, H. Mackey, G McKay, T. Al-Ansari, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12, 669–681 (2022).
- [8] E.M. Sánchez Faba, G.O. Ferrero, J.M. Dias, G.A. Eimera, *Applied Catalysis A, General*, 604, (2020).
- [9] D. Zhao, Q. Huo, J. Feng, B.F. Chmelka, G.D. Stucky, *J. Am. Chem. Soc.* 120, 6024–6036, (1998).

Producción de ácido láctico por fermentación de lactosuero empleando una cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* inmovilizada en una matriz polimérica

Lactic acid production by fermentation of whey using a strain of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* immobilized in a polymeric matrix

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Sofía I. Ruiz Miraglio

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
sfuizmiraglio@hotmail.com

Rocío Boriglio

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
rocioboriglio@gmail.com

Luciana Belmonte

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
luciladner@gmail.com

Paola Chiappero

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
chiappero.pao@gmail.com

Paula C. Garnero

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
pcgarnero@gmail.com

Verónica V. Nicolau

GPol, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, Argentina.
vnicolau@santafe-conicet.gov.ar

Resumen

La inmovilización de bacterias en alginato de sodio es una práctica prometedora en los procesos biotecnológicos que permite la reutilización de la biomasa en diferentes ciclos fermentativos. El objetivo de este trabajo es obtener ácido láctico por fermentación de lactosuero empleando una cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* inmovilizada en perlas de alginato de sodio en comparación a una fermentación con células libres. Se determinó la eficiencia de la encapsulación por medición de lactosa y mediante recuento en placa. La productividad volumétrica fue de 0,17 gL⁻¹h⁻¹ y 0,10 gL⁻¹h⁻¹ para el sistema de células libres y el sistema de células encapsuladas, respectivamente.

El empleo de lactosuero, subproducto (o residuo) más abundante de las industrias lácteas, permitirá disminuir los grandes volúmenes desechados y los consecuentes problemas de contaminación para generar un producto de alto valor agregado que no se produce en Argentina.

Palabras clave: ácido láctico, bacterias ácido lácticas, inmovilización, fermentación

Abstract

Immobilization of bacteria in sodium alginate is a promising practice in biotechnological processes that allows the reuse of biomass in different fermentative cycles. The aim of this work is to obtain lactic acid by fermentation of whey using a strain of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* immobilized on sodium alginate beads. Encapsulation efficiency was determined by lactose measurement and plate count. The volumetric productivity was 0.17 gL⁻¹h⁻¹ and 0.10 gL⁻¹h⁻¹ in the cell-free system and in the encapsulated cell system, respectively. The use of whey, the most abundant by-product (or residue) of the dairy industries, will make it possible to reduce the large volumes discarded and the consequent pollution problems to generate a high value-added product that is not produced in Argentina.

Keywords: lactic acid, lactic acid bacteria, immobilization, fermentation.

Introducción

El ácido láctico (AL) es un ácido carboxílico, con un grupo hidroxilo en el carbono adyacente al grupo carboxilo de fórmula (C₃H₆O₃), este producto químico versátil y de gran valor despierta un creciente interés mundial como precursor del poli(ácido)láctico (PLA).

La vía biotecnológica es indispensable para producir AL ópticamente puro [1]. Las bacterias ácido lácticas (BAL) se encuentran entre los microorganismos más prometedores para la bioconversión de diversos subproductos como es el lactosuero, subproducto más abundante de la industria láctea, generando un producto de alto valor agregado que no se produce en nuestro país y así poder reducir los consecuentes problemas de contaminación.

La inmovilización de bacterias es una práctica prometedora en los procesos biotecnológicos que permite la reutilización de la biomasa en diferentes ciclos fermentativos. Se ha propuesto el uso de BAL inmovilizadas hasta 7 fermentaciones continuas [2]. Además, esta tecnología presenta numerosas ventajas como mayor densidad celular, prevención de la inactivación interfacial, velocidad de reacción y productividad volumétrica [3].

El alginato de sodio es un polisacárido con estructura similar a los hidrogeles solubles en agua y ha sido empleado como matriz para la encapsulación de BAL donde el número de células libres encontradas post fermentación no se vio influenciado por el contenido de alginato [1]

En este trabajo se estudia la obtención de AL a partir de lactosuero y células de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* encapsuladas en alginato de sodio en comparación a una fermentación con células libres. Se evalúa el rendimiento y la eficiencia de la encapsulación por determinación de lactosa y medición del número de células viables empleando la técnica de dilución seriada y recuento en placa.

Desarrollo

Microorganismos

Cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ATCC N° 11842, subespecie de *Lactobacillus* con buena capacidad de producción de AL a partir de lactosuero. BAL homofermentante y productora de L-ácido láctico.

Preparación del medio de fermentación

Se preparó una solución con un contenido de lactosa de 4,4-5% a partir de 56 g de suero en polvo en 800 ml de agua destilada (70 g/l), en un vaso de precipitado. Se separó un volumen equivalente a un 10% del volumen final del suero para la preparación del inóculo y se esterilizó en autoclave.

Reactivación de la cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Para la reactivación se tomó 1 ml del conservado de la cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* en 10 mL de caldo Man Rogosa Sharpe (MRS) incubando durante 24 - 48 h a 37 °C. Se realizaron resiembras en tubos con Agar MRS, que se incubaron a 37 °C durante 24 - 48 h. (Fig. 1).

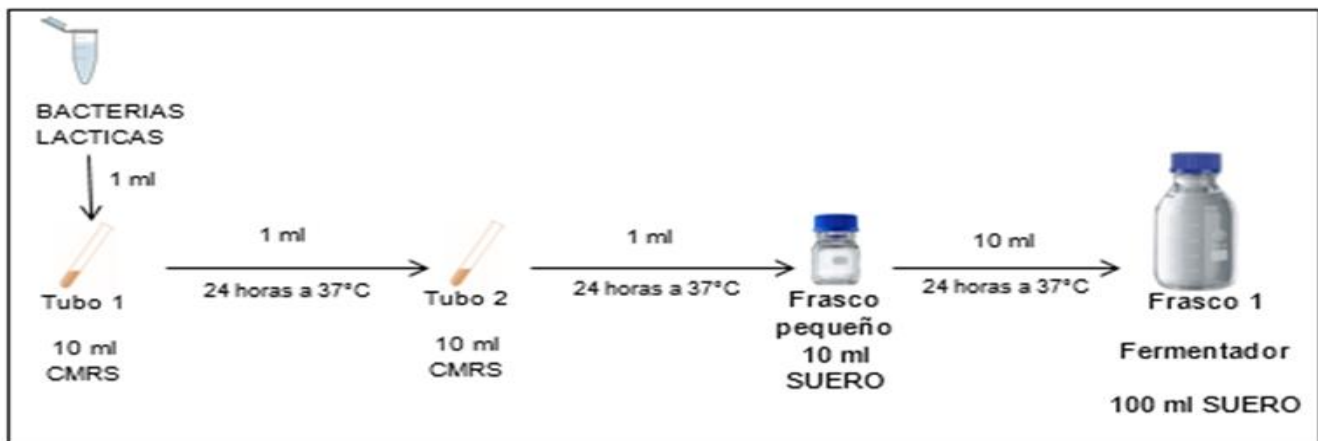


Figura 1. Reactivación de BAL.

Encapsulación de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Para la inmovilización de las BAL se empleó la metodología de encapsulación en perlas de alginato de sodio descrita por Champagne y col. (1992).

Las células se recuperaron por centrifugación a 5000 rpm a lo largo de 10 a 15 min. El precipitado de células se resuspendió en 25 ml de solución al 0,1% de peptona estéril y esta suspensión se adicionó a una solución de alginato de sodio (Tabla 1). La suspensión de células en solución de alginato se adicionó por goteo en una solución 0,1 M de cloruro de calcio (CaCl_2) bajo agitación magnética a 50 rpm y en condiciones de asepsia (Fig. 2).

Volumen de suspensión celular (ml)	Solución de alginato de sodio		Volumen de CaCl ₂ (0.1M) Solución (ml)	Perlas	
	Volumen (ml)	% (peso/volumen)		% alginato	Peso húmedo (g)
10 ml	10 ml	2	250 ml	1,0	4,2

Tabla 1. Síntesis de perlas de alginato.



Figura 2. Encapsulación de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* en alginato de sodio.

Las perlas fueron recuperadas por inmersión en una solución de etanol 60% durante 2,5 min. a fin de eliminar células libres. Luego se realizaron lavados con solución de peptona 0,1% y fueron conservadas a 4°C (Fig. 3).

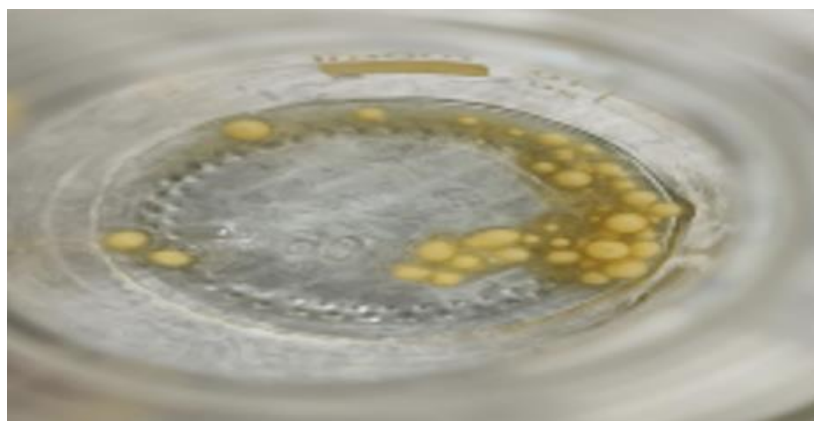


Figura 3. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* inmovilizado en perlas de alginato de sodio.

Fermentación

Se llevaron a cabo 2 fermentaciones en lactosuero desproteinizado a 37 °C durante 24 h empleando células inmovilizadas en comparación a las células libres. Los frascos cerrados se sumergieron en un baño calefactor con agitación (50 rpm).

Métodos analíticos

La concentración de lactosa se determinó por la titulación de lactosa a través de la técnica de Felhing, Causse y Bonnans (FCB).

Los resultados se calcularon empleando la siguiente expresión:

$$\frac{g \text{ de lactosa}}{100 \text{ mL}} = \frac{X \times 100 \times F}{V}$$

donde X es el título del reactivo de FCB, V (mL) es el volumen de la solución desproteinizada gastado en la titulación y F es el factor de dilución (F =10).

Al tratarse de un método no estequiométrico se deben utilizar iguales volúmenes de reactivo FCB, la misma temperatura de calentamiento, concentraciones de azúcar similares, y el mismo tiempo de reacción. Sólo así las determinaciones serán comparables y los análisis reproducibles. La determinación debe efectuarse durante los dos primeros minutos de ebullición. Caso contrario, se cometen errores.

Para la medición de pH se empleó un pHmetro marca HANNA y un electrodo HI 8424.

Para la determinación del número de células viables se utilizó la técnica de dilución seriada y siembra en profundidad en placa. El número total de células viables se expresó como UFC mL⁻¹.

Para la determinación del diámetro de las perlas se empleó el software ImageJ. Se tomaron 5 perlas y se colocaron en una placa de Petri y se tomó una foto de cada una de las perlas. Se programó ImageJ para utilizar una escala real, se midieron los diámetros y se calculó el promedio. Este procedimiento se hizo antes y después de la fermentación.

Todos los experimentos se realizaron por duplicado.

Resultados y discusión

En ambas fermentaciones se partió de pH 6. Al final de las fermentaciones el pH descendió a pH 4,79 y 3,27 para el sistema con células inmovilizadas y el correspondiente a células libres. La menor producción de ácido observada para el sistema encapsulado sugiere un efecto protector de la matriz de alginato.

Para las células encapsuladas se partió de una concentración inicial celular de 3 x 10⁷ UFC/mL y al final de la fermentación se observó un incremento celular de 2,02 x 10⁹ UFC/mL. Por el contrario, para las células libres se partió de una concentración celular de 1,52 x 10⁹ UFC/mL y al final de la fermentación su concentración disminuyó a 2,2 x 10⁷ UFC/mL. En concordancia con las mediciones de pH estos resultados sugieren una mayor protección de las bacterias encapsuladas, lo que permite su multiplicación celular durante la fermentación y retarda la producción del metabolito.

En la Tabla 2 se muestran las mediciones iniciales y finales de lactosa para ambas fermentaciones. A partir de las mediciones de lactosa se calcularon los rendimientos y productividades. El rendimiento y productividad resultaron

menor para el sistema encapsulado en concordancia con las mediciones finales de pH. Se espera que tiempos mayores de fermentación permitan un mayor desarrollo de AL.

	Células libres	Células inmovilizadas
Lactosa inicial (g/ 10 ml)	6,27	5,43
Lactosa final (g/10 ml)	3,72	4,29
Rendimiento (%)	40,2	21,1
Productividad (gL ⁻¹ h ⁻¹)	0,2	0,1

Tabla 2. Fermentaciones: Rendimiento y Productividad.

El diámetro medio inicial de las perlas fue de $3,40 \pm 0.23$ mm y el final de $3,22 \pm 0.37$ mm observándose estabilidad a las condiciones de fermentación.

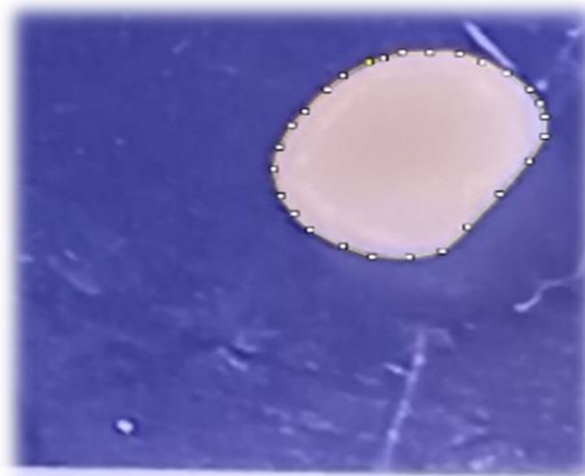


Figura 4. Imagen de una perla. Software Image J.

Conclusiones

Las perlas de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* encapsulado en alginato de sodio resultaron estables a las condiciones de fermentación con una disminución del 5,3% en su diámetro medio.

La baja productividad del AL para el sistema encapsulado en comparación al sistema de células libres, así como el elevado valor de pH final y el incremento de células viables sugieren una mayor protección celular que retarda la producción del metabolito.

En trabajos a futuro se evaluarán mayores tiempos de fermentación para los sistemas encapsulados, así como modificaciones en las condiciones y recubrimiento de encapsulación a fin de mejorar el rendimiento y productividad. Se agradece a la UTN por la financiación del proyecto (PID 2020 PATCBSF0008135TC).

Referencias

[1] Ghaffar, T., Irshad, M., Anwar, Z., Agil, T., Zulifqar, Z., Tariq, A., Kamran, M., Ehsan, N., Mehmoo, S. (2014). Recent trends in lactic acid biotechnology: A brief review on production to purification. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(1), 1-8.

[2] Claude P. Champagne, Christophe Gaudy, Denis Poncelet, Ronald J. Neufeld. (1992). *Lactococcus lactis* Release from Calcium Alginate Beads. *Applied and Environmental Microbiology*, 58 (5),1429-1434.

[3] Radosavljević, M., Lević, S., Belović, M., Pejin, J., Djukić-Vuković, A., Mojović, L., & Nedović, V. (2020). Immobilization of *Lactobacillus rhamnosus* in polyvinyl alcohol/calcium alginate matrix for production of lactic acid. *Bioprocess and biosystems engineering*, 43(2), 315-322.

Recuento de levadura cervecera para aplicaciones en escala micro industrial

Brewer's yeast counting for micro industrial applications

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Aldana Moreno

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
aldanamoreno1998@gmail.com

Yasmin Stuber

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
yasminstuber@hotmail.com

Ezequiel Godoy

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
godoyeze@gmail.com

Roxana Martinet

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
guadamar67@gmail.com

Germán Competelli

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de los Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe, Argentina
gcompetelli@frro.utn.edu.ar

Resumen

La producción nacional de cerveza artesanal creció exponencialmente los últimos años de la mano de un movimiento dado a nivel mundial denominado la Revolución de la Cerveza Artesanal. Para el pequeño productor que trabaja en la escala micro industrial, el mayor costo radica en la levadura de cerveza, insumo fundamental y de origen importado en nuestro país. Según estudios, este insumo constituye por sí solo entre el 40 y el 50 % del costo de las materias primas necesarias para cada lote. El presente trabajo evalúa la técnica de recuento de levadura cervecera, mediante el uso de microscopio óptico y cámara de Neubauer, con el fin de determinar la viabilidad (cantidad de células vivas) de una muestra de levadura recuperada de un fermentador de 1000 litros, con el fin de reutilizarla para la elaboración de un nuevo lote de cerveza y de este modo permitir reducir costos para el pequeño productor de cerveza artesanal.

Palabras clave: cerveza artesanal, levadura, recuento, microscopía.

Abstract

The national production of craft beer has grown exponentially in recent years as a result of a worldwide movement called the Craft Beer Revolution. For the producer working on a micro-industrial scale, the biggest cost lies in the brewer's yeast, a fundamental input of imported origin in our country. According to studies, this input alone constitutes between 40 and 50 % of the cost of the raw materials needed for each batch. This paper evaluates the brewer's yeast counting technique, using an optical microscope and Neubauer chamber, in order to determine the viability (number of live cells) of a sample of yeast recovered from a 1000 liter fermenter, with the aim of reusing it for the production of a new batch of beer and thus allowing a reduction in costs for the small-scale producer of craft beer.

Keywords: craft beer, yeast, counting, microscopy.

Introducción

La denominada Revolución de la Cerveza Artesanal (Garavaglia C. y Swinnen J., 2017) hace referencia a un movimiento que tuvo inicio en los EEUU y luego se replicó en el resto del mundo. Gracias a la disponibilidad de insumos y de información, aparecieron muchos apasionados de la cerveza, y de lo artesanal, que comenzaron a experimentar la elaboración del producto para consumo personal y esto dio, con el pasar de los años, que se formaran muchos emprendimientos dedicados a la elaboración de cerveza artesanal de modo comercial en pequeña escala.

En Argentina esta transformación comenzó a fines de los años 90, pero en los últimos años se hizo tan masivo que actualmente el producto artesanal está disponible en casi la totalidad de los supermercados, restaurantes y pubs existentes. Se estima que la cuota de mercado de cervezas tomado por el productor artesanal corresponde al 2% en 2020 (Libkind D. et al, 2018).

El productor promedio suele ser un aficionado que decidió arrancar a producir en pequeña escala y pudo crecer comercialmente para desarrollar su negocio. La elaboración de cerveza requiere principalmente de 4 ingredientes (Kunze W., 2006): agua, malta de cebada, lúpulo y levadura de cerveza. La mayoría de estos insumos se producen en Argentina, sin embargo, la levadura de cerveza suele ser importada y de un costo elevado. Según estudios de (Libkind D., 2016) la levadura constituye entre el 40 y el 50 % del costo total de las materias primas. La reutilización de levaduras de cerveza es una técnica que en los últimos años ha ganado popularidad debido a sus múltiples beneficios, entre los cuales se encuentran además de la reducción de los costos de elaboración, mejorar las características organolépticas del producto y reducir los desechos generados.

Para realizar una correcta reutilización de las levaduras es necesario llevar a cabo un control de la vitalidad y viabilidad de las levaduras (White C. y Zainasheff J. (2010), Cerruti P. et al (2009)) para determinar la cantidad de células a inocular y posteriormente el volumen de crema necesario para un nuevo lote de cerveza. La vitalidad hace referencia al estado de salud del cultivo y la viabilidad al porcentaje de células vivas.

En este trabajo se abordó la técnica de recuento de levaduras para llevar a cabo la determinación de la viabilidad de una muestra. Se analizan muestras provenientes de la producción en fermentadores de 1000 litros de la micro cervecería Zahlen Cerveza Artesanal, Arroyo Seco, Santa Fe, Argentina.

Desarrollo

Para llevar a cabo la técnica se siguieron los lineamientos de White C. y Zainasheff J. (2010), Cerruti P. et al (2009) y Dalmaso J. P. (2020). Se utilizó un microscopio óptico de al menos 400X (Leitz Wetzlar), una cámara de Neubauer-mejorada (Marienfeld), un indicador para llevar a cabo una tinción celular y otros materiales de laboratorio sencillos como ser tubos de ensayo, vasos, pipetas, etc.

Toma de muestra

Se tomaron muestras de dos fermentadores con cervezas de diferente estilo, ambas fermentadas con 100 % levadura liofilizada virgen (Safale S-04 de Fermentis): Blonde Ale y Scotch Ale. La forma de toma de muestra tiene una gran influencia en las determinaciones a desarrollarse en el laboratorio. Debido a la estratificación, para que la muestra sea correcta debe ser tomada del centro del cono del fermentador.

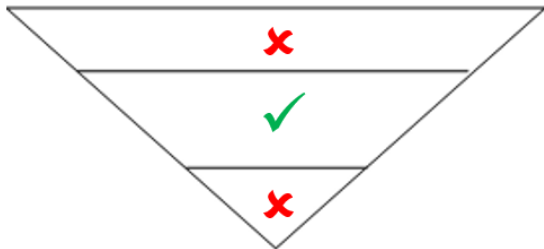


Fig. 1: Toma de muestra en fermentador fondo cónico.

La zona superior del cono representa levadura con baja floculación y las levaduras pueden estar alteradas. La zona intermedia es de floculación y atenuación promedio y la zona inferior presenta baja atenuación, alta floculación, gran cantidad de células muertas y restos de lúpulo (Libkind D., 2016).

Diluciones

Una vez tomada la muestra de crema, es necesario realizar una serie de diluciones hasta llegar a una concentración de 1:100 (Libkind D. et al, 2022). Puede requerirse una dilución distinta dependiendo de la muestra y del autor (White C. y Zainasheff J. (2010), Dalmaso J. P. (2020), Libkind D. et al (2022)).

Primera dilución: 1:5. Se homogeneizó bien la muestra. Como la crema presenta un alto porcentaje de sólidos, para facilitar la dilución se llevó a una relación en peso de 1:5. Se taró un vaso de precipitados y se agregaron 10 gr de crema. Luego se agregó agua hasta llegar a un peso de 50 gr y se homogeneizó nuevamente.

Segunda dilución: 1:50. Se tomó un mililitro de la primera dilución y se llevó a un tubo de ensayos. Se agregaron 9 ml de agua para obtener una dilución de 1:50 y se homogeneizó.

Tercera dilución: 1:100. La tercera dilución se realizó utilizando una relación 1:2 con el colorante que se utiliza para realizar el recuento. Con micropipeta se tomaron 0,5 ml de la segunda dilución y se llevó a un Eppendorf con 0,5 ml de solución indicadora.

Indicadores

Para teñir las células se utilizó una solución de azul de metileno 0.01 % p/v aunque pueden utilizarse también otros indicadores como el violeta de metileno o eritrosina (Gusils C. et al, 2016).

Recuento

Preparación de la muestra

Para realizar el recuento se utilizó una cámara de Neubauer-mejorada (Fig. 2). Previo a cargar la muestra en la cámara, se humedecieron los puentes de esta y se colocó por encima el vidrio cobertor. Se requirió realizar presión sobre el vidrio para lograr que se pegue y asegurar el volumen de las cámaras.

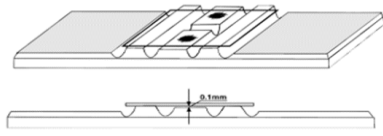


Fig. 2: Cámara de Neubauer (Libkind D. et al, 2022)



Fig. 3: Anillos de Newton

Para asegurar que el vidrio está bien colocado se comprobó que se hayan formado los anillos de Newton en los puentes como se puede ver en la Fig. 3.

Una vez preparada, se cargó la muestra por capilaridad. La carga se hizo de forma continua y sin volcarse para que la distribución de las células sea homogénea. Si la carga de muestra no es continua o se inunda la cámara, varía la distribución de células y el recuento no será correcto. Es necesario descartar la muestra y comenzar nuevamente.

Recuento

El conteo se realizó sobre los cuadrados ubicados en los 4 cuadrantes y en el central (ver Fig. 4).

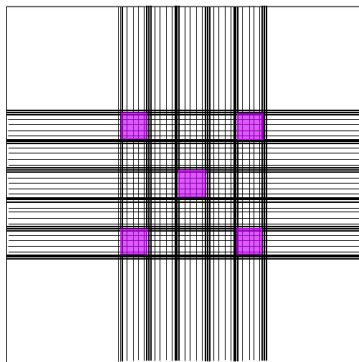


Fig. 4: Grilla de recuento completa.

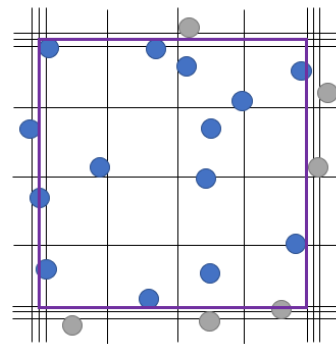


Fig. 5: Cuadrante con células.

Para realizar el recuento se mantuvo un criterio constante debido a su importancia. Cada cuadrado está delimitado como puede verse en Fig. 5. Se deben elegir dos lados del cuadrado, de los cuales se van a contar todas las células que toquen la línea del medio, sin importar que se encuentre fuera del cuadrado que se está contando. Las células que tocan los lados restantes no se cuentan si no están dentro del cuadrado. Por cada cuadrado debe haber entre 30 y 50 células para realizar el recuento. De encontrarse una concentración distinta puede requerirse utilizar otra dilución.

Las células muertas no son capaces de metabolizar el tinte y por lo tanto se tiñen de color azul (ver Fig. 6 y Fig. 7 recuentos en cámaras Neubauer mejorada y en espejada).

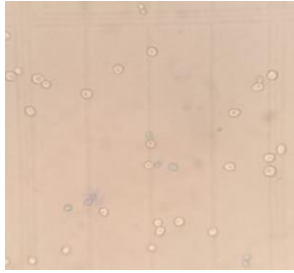


Fig. 6: Cámara de Neubauer mejorada

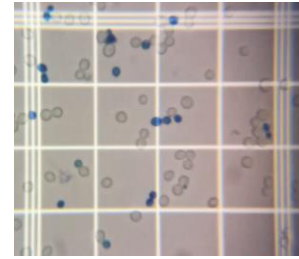


Fig. 7: Cámara de Neubauer mejorada espejada.

Consideraciones:

- El color azul pálido en algunas células no es indicativo de muerte celular, sino que se debe a que el tiempo de tinción no ha sido suficiente.
- Si las gemas se encuentran azules pero su tamaño es menor a la mitad del tamaño de la célula madre, fueron consideradas como vivas. En cambio, si es mayor a este tamaño, se consideraron como dos células independientes.
- La edad de la levadura puede afectar el conteo ya que si la célula es vieja puede no permitir el ingreso del azul de metileno y por lo tanto no teñirse. En este caso solo se observan los bordes de las células teñidas de azul y en el centro parecen estar vivas.

Cálculo de viabilidad

Una vez que se contaron los cinco cuadrados mencionados anteriormente, se calculó el porcentaje de células vivas para determinar la viabilidad de la levadura. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Viabilidad \% = \frac{(Total\ contado - Nro.\ células\ muertas)}{Total\ contado} \cdot 100$$

Para la reutilización se recomienda una viabilidad mayor al 90% (White C. y Zainasheff J. (2010), Dalmaso J. P. (2020), Libkind D. et al (2022)). Los resultados obtenidos pueden verse en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Resultados de recuento de muestras

Estilo de cerveza	Fecha Inicio Fermentación	Fecha toma de muestra	Fecha recuento	Total contado	Nro. células muertas	Viabilidad %
Scotch Ale	29/08/2022	05/09/2022	07/09/2022	383	89	76,8
		07/09/2022	12/09/2022	321	66	79,4
		12/09/2022	19/09/2022	169	60	64,5
Blonde Ale	01/09/2022	07/09/2022	07/09/2022	246	32	87
		07/09/2022	12/09/2022	406	106	73,9
		12/09/2022	12/09/2022	193	24	87,6

A partir de la viabilidad obtenida se puede calcular la cantidad de inóculo necesario para realizar una fermentación con esta levadura sin necesidad de agregar levadura fresca. Sin embargo, estos cálculos exceden el alcance del presente trabajo.

Conclusiones

Según los autores seguidos, se recomienda un mínimo de 90 % de células vivas para poder reutilizar la levadura de un fermentador y de esa forma garantizar una buena fermentación y calidad de producto final. De acuerdo con las muestras analizadas en el presente trabajo, ninguna resultó satisfactoria respecto a este parámetro. Concluimos entonces que la toma de muestra en fabrica es un factor determinante a la hora de contar con levadura recuperada de alta viabilidad. Entonces, teniendo en mente la Fig. 1, la franja de levadura apta según nuestros estudios es una fracción muy acotada.

Al aplicar esta técnica en el laboratorio se observó que uno de los cuellos de botella es la forma de realizar las diluciones. Si bien los autores en general recomiendan realizar tres diluciones en serie (1:10, 1:100 y 1:1000) a partir de un mililitro de crema, creemos que es más práctico realizar la primera dilución 1:5 en relación másica, ya que cervezas muy lupuladas o con gran cantidad de sólidos pueden tapar las pipetas y hacer que la toma de muestra sea muy complicada.

Otro factor para tener en cuenta es la cámara que se utiliza. Las cámaras de Neubauer vienen en tres versiones: clásica, Neubauer mejorada y Neubauer mejorada espejada. Consideramos que la mejor opción es la última, ya que permite ver más claramente las líneas y disminuir el error al hacer el recuento (ver diferencias en Fig. 6 y Fig. 7).

Por último, otro factor no menos importante es la habilidad y el conocimiento del operador sobre la técnica y el uso del microscopio. Pequeños detalles como la toma de la muestra del fermentador, la agitación previa a las diluciones, el enfoque o la intensidad de la luz del microscopio puede llevar a un recuento erróneo. Pensando el uso de la técnica por personal no especializado en microscopía (caso más frecuente en micro cervecerías), consideramos que es fundamental el entrenamiento requerido para la correcta aplicación de esta técnica.

Referencias

Christian Garavaglia and Johan Swinnen. The Craft Beer Revolution: An International Perspective. Choices, 3rd Quarter 2017, 32 (3).

D. Libkind, C. Bruzone and I. Stanciu. Estudio del mercado de la cerveza artesanal en Argentina. Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales, Marzo 2018.

Wolfgang Kunze. Technology Brewing and Malting (2006).

Diego Libkind. Levadura Cervecera, Taller Rosario - Santa Fe, 2016. Instituto Andino Patagónico de Tecnología Biológicas y Geoambientales (IPATEC).

C. White and J. Zainasheff. Yeast: The practical guide to yeast fermentation, 2010.

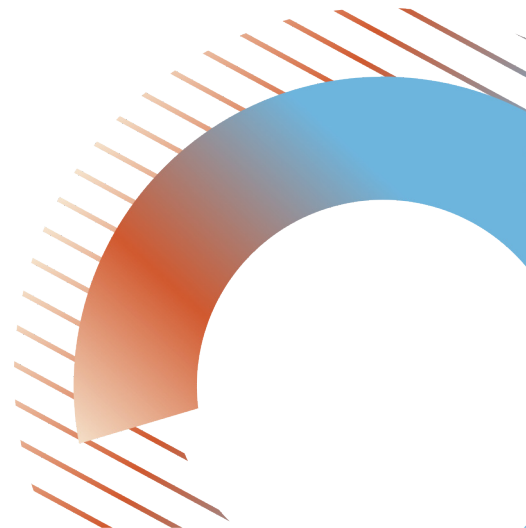
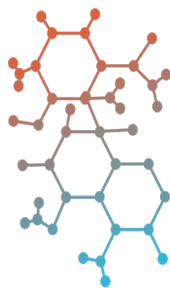
S. Pardo, M. A. Galvagno y P. Cerrutti. Estudios de la viabilidad y la vitalidad frente al congelado de la levadura probiótica *Saccharomyces boulardii*: efecto del preacondicionamiento fisiológico. Rev Iberoam Micol. 2009; 26 (2):155-160.

Dalmaso, Lucas Pablo. Microbiología cervecera. Manual teórico práctico, 2020.

C. Bruzone, A. Trochine y D. Libkind. Curso teórico - práctico sobre microscopía y recuento de levaduras para productores de cerveza, 2022. Instituto Andino Patagónico de Tecnología Biológicas y Geoambientales (IPATEC).

J. L. A. Martinez, G. Cárdenas, M. Ruiz y C. Gusils. Análisis comparativo de colorantes vitales en el estudio de la viabilidad de levaduras. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. Tomo 93 (1): 39-42; 2016.

Licenciatura en Administración Rural



Estudio de la evolución de propiedades fisicoquímicas de suelos con diferentes índices productivos y su relación con el valor de la tierra

Study of the evolution of physicochemical properties of soils with different productive indices and their relationship with the value of the land

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Javier Vignolo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
javignolo@sanfrancisco.utn.edu.ar

Mónica Serra

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
monicaserra@hotmail.com

Micaela Zapata

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
monicaserra@hotmail.com

Daniel Ricci

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
dricci@sanfrancisco.utn.edu.ar

Stefanía Capello

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
steficapello@gmail.com

María Belén Vignola

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
mbelenvignola@gmail.com

Maricel Rovasio

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
maricelrovasio@yahoo.com

Resumen

Este trabajo analiza, en la zona centro de Argentina, entre las provincias de Córdoba y Santa Fe, ubicando como centro la ciudad de San Francisco, diez campos georreferenciados ubicados al azar. En cada punto se extraen muestras de suelos que son analizadas en laboratorio; se buscan las series cartográficas que determinan las cualidades y calidades de estos en las Cartas de Suelos de la República Argentina. También se buscan los valores de Índice de Productividad y los valores de mercado, con la intención de obtener algún patrón que pueda darnos indicios de la evolución de los suelos en nuestra región y su probable degradación por el uso intensivo después de cuarenta años bajo distintos sistemas productivos; donde los valores de la tierra fueron apreciados por el mercado en más de siete veces, a pesar de disminuir la calidad y aumentar el impacto negativo sobre el ambiente.

Palabras clave: Indicadores fisicoquímicos, suelo, variación temporal, valor inmobiliario, índice productivo.

Abstract

This work analyzes, in the central zone of Argentina, between the provinces of Córdoba and Santa Fe, locating the city of San Francisco as the center, ten georeferenced fields located at random. Soil samples are taken at each point and analyzed in the laboratory; the cartographic series that determine the qualities of these in the Soil Charts of the Argentine Republic are sought. The values of the Productivity Index and the market values are also sought, with the intention of obtaining a pattern that can give us indications of the evolution of the soils in our region and their probable degradation due to intensive use after forty years under different systems productive; where land values were appreciated by the market more than seven times, despite diminishing quality and increasing negative impact on the environment.

Keywords: Physiochemical properties, soil, temporal variation, property value, productivity index.

Introducción

El suelo se define como un cuerpo dinámico natural compuesto de elementos minerales, orgánicos y microorganismos (USDA–NRCS, 2006), considerado un recurso no renovable muy importante a nivel mundial. La calidad del mismo ha ganado atención en los últimos años debido a problemas ambientales relacionados con la degradación y la producción sustentable de los diferentes sistemas de cultivo. La degradación del recurso suelo está entre los problemas ambientales que internacionalmente tienen un interés creciente (Doran y Parkin, 1994; Lal et al., 2007). En Argentina, en las últimas dos décadas, se produjo un notable proceso de expansión de las actividades agrícolas en reemplazo de la ganadería que dio lugar a un uso más intensivo de los suelos, lo que provocó una degradación física, química y biológica de los mismos (Blanco et al., 2005; Ferreras et al., 2007). Su calidad no puede ser medida directamente, sino que se requiere integrar la información proporcionada por indicadores que pueden ser físicos, químicos y/o biológicos (Cantú et al., 2007; Mairura et al., 2007, Abdollahi et al. 2014).

Es necesario identificar y cuantificar las variables particulares de cada ambiente, a fin de evaluar los cambios que suceden en el corto y largo plazo, como consecuencia de las prácticas de manejo que se aplican (Gregorich et al., 1997). El Índice de Productividad (IP) consiste en un sistema de evaluación de tierras paramétrico, que relaciona en forma multiplicativa los valores o niveles de propiedades seleccionadas, pertenecientes a las series de suelos modales. En la Argentina, el IP usado en las cartas de suelos, categoriza los mismos de menor a mayor según su aptitud productiva, usando un rango de 0 a 100. Dicha medición fue desarrollada por la FAO en 1970 (Riquier et al., 1970) y es la misma con la que se han categorizado los suelos en el sistema de información GeoINTA, creado por profesionales del INTA, de libre acceso, que permite consultar mapas, sus bases de datos asociadas, imágenes y fотомosaicos desde Internet.

Desde la iniciación de los estudios económicos, la tierra (factor productivo) fue objeto de interés en los análisis sobre el funcionamiento de la economía de los países. Los fisiócratas aparecen como primera escuela que le asigna al factor un papel preponderante en la generación de la riqueza, y aborda el análisis de la pertenencia social de la retribución del factor, la renta. Luego encontramos a los clásicos, que explican la teoría sobre la renta diferencial. Hasta allí la tierra era considerada taxativamente como un factor diferente del capital. Posteriormente, los economistas neoclásicos, identificaron la tierra con el capital, ya que, en su consideración, no era más que una forma particular de bien productivo factible de su incorporación al patrimonio.

Si analizamos la evolución del valor de la tierra en la Argentina, se puede apreciar que en el período 1975-2011, el valor venal de la tierra en la región pampeana (medido en dólares corrientes) registró un incremento equivalente a 7,5 veces el valor existente al inicio del período (Villanova, 2012).

El objetivo de esta investigación es evaluar los parámetros fisicoquímicos en suelos de diferentes índices productivos (IP) para conocer el estado de estos en la actualidad, comparado con los obtenidos en las cartas de suelos confeccionadas en las décadas del 1970 – 1980, y su relación con los valores inmobiliarios y de arrendamientos actuales, de suelo bajo sistemas de producción agropecuaria.

Desarrollo

Los muestreos de suelo se realizan entre marzo y julio de 2022, en diez puntos distribuidos al azar de la siguiente manera: ocho correspondientes a la zona centro-oeste de la provincia de Santa Fe y dos correspondientes a la zona centro-este de la provincia de Córdoba, abarcando una superficie aproximada de 5.500.000 has. En la tabla 1 se detalla la ubicación de cada punto junto a las principales características de los suelos muestreados.

En cada uno de los sitios se toman muestras compuestas de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm. Las muestras analizadas en el laboratorio LOESS son secadas en estufa a 38°C, molidas a mano, tamizadas por mallas de 2,0 mm y 0,5 mm conservadas a temperatura ambiente. Se determina el pH del suelo en una relación suelo: agua 1:2,5. Las determinaciones de carbono orgánico total (COT) y contenido de sodio se realizan según las normas 29571-2 y 29577-1 respectivamente. A partir del COT se estima el contenido de materia orgánica (MO) del suelo.

El índice de productividad de los suelos, el grupo de aptitud, la serie, la clasificación taxonómica, la textura y los parámetros fisicoquímicos se obtienen de las C.S. (Cartas de Suelos) y mediante las herramientas GeoVisor INTA e IDECOR de Santa Fe y Córdoba.

A partir del valor de IP se clasifican, de manera arbitraria, los puntos analizados como suelos con IP alto (mayores de 60), suelos con IP medio (entre 40 y 60) y suelos con IP bajo (menores a 40).

El valor de la Tierra como Recurso económico productivo, se evalúa de dos maneras:

- Valor de mercado compra / venta, se obtiene de operadores de mercado inmobiliario de ambas regiones (Córdoba y Santa Fe). Es importante aclarar que las escasas operaciones realizadas en los últimos años por la asimetría entre el dólar estadounidense y el peso argentino dificultan esta valuación.
- Valor de arrendamiento: este parámetro se obtuvo mediante la modalidad de encuesta a los operadores de los terrenos bajo estudio.

Tabla 1. Datos de ubicación y principales características del suelo de cada punto analizado

Punto	Latitud	Longitud	Distrito	Provincia	IP	Grupo de Aptitud	Serie	Clasificación Taxonómica	Textura
8	31°21'31,63"	62°07'22,43"	San Francisco	Córdoba	66	2c	SFR - San Francisco	Argiudol Típico	Franco Arcillo Limoso
4	31°38'23,25"	62° 7'39,53"	Castelar	Santa Fe	61	2wp(s)	LCD - Los Cardos	Argiudol Típico	Franco Limosa
5	31°38'13,17"	62° 7'48,78"	Castelar	Santa Fe	60	3wp	LAN - Landeta	Argialbol Típico	Franco Limosa
9	31°11'57,50"	61°59'06,90"	Baguer y Sigel	Santa Fe	52	3/4ws	EUS - Eustolia	Argiudol Acuico	Franco Arcillo Limoso
1	31°54'13,00"	61°42'29,00"	Trail	Santa Fe	47	3/4 ws	ETB - El Trébol	Argialbol Típico	Franco Limosa
10	31°37'55,71"	62°39'52,22"	La Francia	Córdoba	40	6ws	LFr- La Francia	Natrustol Típico	Franco Limosa
3	31°52'27,00"	61°42'17,00"	Trail	Santa Fe	33	4/5ws	PCA - Pueblo Casas	Natralbol Típico	Franco Limosa
6	30°45'50,06"	61°27'39,36"	Moises Ville	Santa Fe	30	5ws	LPR- Las Prusianas	Natralbol Típico	Franco Limosa
2	31°53'13,00"	61°42'52,00"	Trail	Santa Fe	24	5/6 ws	LBN - Las Bandurrias	Natracualf típico	Franco Limosa
7	30°39'0,26"	61°11'24,89"	Elisa	Santa Fe	18	6ws	MON- Monigotes	Matracualf Típico	Franco Limosa

Análisis Físicoquímico - Agronómico

En la tabla 2 se observan los datos físicoquímicos actuales de los análisis de suelos, realizados en el laboratorio de suelos LOESS de la UTN Facultad Regional San Francisco y los valores de la Carta de Suelos, correspondientes a los análisis representativos de las Series de suelos.

Tabla 2. Datos físicoquímicos de los diez puntos bajo estudio ordenados por IP de mayor a menor

Punto	IP	Grupo de Aptitud	Materia Orgánica (MO)		pH		Sodio (Na)	
			Actual 2022	C.S. Década 70-80	Actual 2022	C.S. Década 70-80	Actual 2022	C.S. Década 70-80
8	66	2c	3,18	3,34	6,30	5,50	0,90	0,20
4	61	2wp(s)	2,27	2,88	6,30	6,10	2,90	0,10
5	60	3wp	2,41	2,84	6,40	5,60	1,80	0,30
9	52	3/4ws	2,28	2,72	6,20	6,40	0,30	0,10
1	47	3/4 ws	2,12	3,29	6,40	5,80	1,30	0,40
10	40	6ws	1,14	3,45	9,00	5,80	5,00	0,40
3	33	4/5ws	1,96	2,76	7,40	6,00	2,70	0,90
6	30	5ws	1,61	2,05	7,50	5,70	1,50	0,70
2	24	5/6 ws	2,02	1,47	7,40	7,20	2,80	2,90
7	18	6ws	1,20	4,52	9,19	7,30	3,70	4,20

Al visualizar los tres parámetros de los análisis de suelos seleccionados (MO – pH – Na) y evaluar su variación en un punto específico georreferenciado, entre diferentes IP y entre dos momentos históricos, actualidad y hace cuarenta años, se detecta que:

- Los índices de MO decrecen desde los suelos de mayor IP a los de menos IP, a su vez disminuyen entre los distintos momentos en la línea del tiempo.
- Los valores de pH son normales en los suelos de alto IP pero aumentan notablemente a medida que disminuyen en calidad, a su vez se puede notar un aumento entre las dos etapas históricas, siendo más altos en la actualidad.
- Los valores de sodio muestran un aumento a medida que disminuyen los IP y un aumento en la actualidad comparado con el pasado.

Análisis Económico

El mercado inmobiliario agropecuario para compra/venta se realiza mayormente en dólares estadounidenses y para arrendamiento de la tierra se basa en quintales de grano de soja / hectárea. En la tabla 3 se muestra dicha información ordenada por IP.

Tabla 3. Valores de mercado

Punto	IP	Grupo de Aptitud	Valor de Mercado (u\$/ha.)	Valor de Arrend. (qq. Soja /ha)
8	66	2c	13.500,00	15,00
4	61	2wp(s)	9.000,00	10,00
5	60	3wp	8.000,00	9,00
9	52	3/4ws	9.000,00	12,00
1	47	3/4 ws	3.000,00	4,00
10	40	6ws	4.000,00	5,00
3	33	4/5ws	3.000,00	4,00
6	30	5ws	3.000,00	4,00
2	24	5/6 ws	4.000,00	5,00
7	18	6ws	2.000,00	2,00

En la Tabla 3 se aprecia que tanto los valores inmobiliarios de compra/venta, como los de arrendamiento disminuyen lógicamente a medida que baja la calidad productiva de los campos, a su vez se vuelve a manifestar lo analizado por nuestro grupo de investigación en el año 2019 con el trabajo “Análisis de la relación del índice de productividad del suelo y los valores inmobiliarios de la tierra en la zona de San Francisco, Córdoba” donde se observa que los valores acompañaban los IP en las calidades intermedias, tendiendo a sobrevalorar los campos de menor calidad y subvalorar los campos de mayor índice de productividad.

Conclusiones

Este trabajo es una primera aproximación para evaluar la evolución de los suelos en la región demarcada, si bien las muestras que se analizan son escasas para un área tan extensa, los datos genuinos que se generan in situ, comienzan a ponerle cotas reales y marcan una tendencia que se podrá confirmar o refutar con el aumento de puntos georreferenciados a evaluar bajo la misma modalidad.

Bajo la mirada fisicoquímica y agronómica, se visualiza que los resultados de materia orgánica de los suelos de la región disminuyen notablemente después de cuarenta años bajo sistemas de producción agropecuario, siendo el más notable el punto seis, que es el de menor IP, que evoluciona de 4,52 % a 1,20 %, lo que podría marcar lo acontecido en los suelos donde se corrió la frontera productiva, avanzando sobre suelos frágiles poblados por montes nativos. El notable aumento del pH, en muchos casos provocado por las inundaciones de los últimos años en la región, que aumentaron las napas freáticas arrastrando sales sódicas, llevaron los valores de pH a registros mayores a 9, en los suelos de menor IP; esta conclusión se ve reforzada por los aumentos de sodio a medida que los suelos son más pobres, entre las dos fechas evaluadas. Es importante destacar que los tres parámetros bajo estudio en este trabajo se relacionan con la estructura física de los suelos ya que su modificación está muy vinculada con la compactación, que es uno de los principales problemas que los productores de la zona perciben en sus unidades productivas.

En la evaluación económica, se visualiza una gran variabilidad, tanto en los precios inmobiliarios como en los arrendamientos de los campos de la zona, que se vinculan directamente con el grupo de aptitud de cada caso; esto se relaciona con la gran cantidad de series que componen los complejos de suelos de nuestra región.

Contar con datos regionales medidos in situ permitirá evaluar la evolución de los suelos de diferentes series y calidades, trabajados bajo distintos sistemas y tecnologías de producción; a su vez estos muestreos georreferenciados nos permitirán comparar de manera objetiva datos concretos, para comenzar a cuestionar el controvertido concepto económico de “No depreciación de la Tierra”.

Los integrantes que conformamos el grupo de investigación Lares estamos convencidos que los trabajos interdisciplinarios que se llevan adelante nos darán una mirada más amplia del complejo “Sistema Suelos” para abordar soluciones concretas, integrales y de largo plazo.

Referencias

- Abdollahi L., Hansen E.M., Rickson R.J. y Munkholm L.J. (2014). “Overall assessment of soil quality on humid sandy loams: Effects of location, rotation and tillage”. *Soil and Tillage Research*, 145, 29–36.
- Blanco, M.C., Amiotti, N.M y Soria Herrera L. (2005). “Cambios inducidos por la implantación de olivos sobre las propiedades edáficas en el sur bonaerense”. *Ciencia del Suelo*, 23(2), 189-196.
- Cantú, M.P., Becker, A. Bedano J.C. y Schiavo H.F. (2007). “Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices”. *Ciencia del Suelo* 25(2), 173-178.
- Doran, J.W. y Parkin, T.B. (1994). “Defining Soil Quality for a Sustainable Environment”. *SSSA Special Publication* No. 35.
- Ferreras, L., Magra, G. Besson, P. Kovalevski, E. y García F. (2007). “Indicadores de calidad física en suelos de la región pampeana norte de Argentina bajo siembra directa”. *Ciencia del Suelo* 25(2),159-172.
- Gregorich, E.G., Carter, M.R., Doran, J.W., Pankhurst, C.E. y Dwyer, L.M. (1997). “Biological attributes of soil quality”. *Developments in Soil Science*, 25, 81-113.
- Lal, R., Reicosky, D.C. y Hanson, J.D. (2007). “Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming”. *Soil Tillage Research*, 93, 1-12.
- Mairura, F.S., Mugendi, D.N. Mwanje, J.I. Ramisch, J.J. Mbugua, P.K. y Chianu J.N. (2007). “Integrating scientific and farmers’ evaluation of soil quality indicators in Central Kenya”. *Geoderma* 139, 134-143.
- Riquier, J., Bramao D. y Cornet J. (1970). “A new system of soil appraisal in terms of actual and potencial productivity”. FAO, Rome
- USDA – NRCS. (2006). “Claves para la Taxonomía de Suelos”. Estados Unidos, Décima Edición. 331.
- Villanova, G. F. (2012). Algunas reflexiones acerca del valor de la tierra rural. *FCA-UNER*.

ICE Agro: Índice de confianza empresarial agropecuario 2021

ICE Agro: Confidence Index of Agricultural Entrepreneurs

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

García Javier Alberto.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional San Francisco. Licenciatura en Administración Rural. Argentina.
garciajavieralberto@gmail.com

Boglione Alfredo Gustavo.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional San Francisco. Licenciatura en Administración Rural. Argentina.
gustavoboglione@hotmail.com

Morano, Luis Ariel.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional San Francisco. Licenciatura en Administración Rural. Argentina.
lmorano@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

El Índice de Confianza Empresarial Agropecuario (ICE Agro) es un índice que mide el "humor empresarial" del sector agropecuario en un momento determinado. Se asume que dicha percepción condicionará las decisiones futuras de producción e inversión a corto y mediano plazo; convirtiéndose como un indicador de la marcha de la economía regional o nacional, según su tamaño de muestra. El presente trabajo de investigación calcula el ICE Agro en la región de influencia de la Facultad Regional San Francisco, de la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina, Provincia de Córdoba), para fines del año 2021, y muestra su evolución desde el año 2017, fecha en que se lo midió por primera vez. Los resultados obtenidos muestran que, para diciembre del año 2021, asume un valor de 34,6 puntos. A pesar de un leve aumento respecto al año 2020, sigue siendo un valor negativo o pesimista, pues está 15,4 puntos por debajo del nivel de indiferencia (50 puntos). Respecto a los años anteriores, el valor actual estabilizó la caída permanente que venía ocurriendo desde el año 2017, cuando alcanzó un valor de 75,8 puntos.

Palabras clave: Economía. Índice. Confianza. Empresarial. Agro.

Abstract

The ICE Agro is an index that measures the "business mood" of the agricultural business sector at a given time, and assumes that it will condition future production and investment decisions in the short and medium term; becoming an indicator of the progress of the regional or national economy, depending on your sample size and distribution. This research work calculates the Confidence Index of Agricultural Entrepreneurs (ICE Agro) in the region of influence of the San Francisco Regional Faculty, of the National Technological University, (Argentina, State of Cordoba), by the end of year 2021, showing its evolution since 2017, date of its first measurement. The results obtained show that, for December 2021, it assumes a value of 34.6 points. Despite a slight increase compared to 2020, it is still a negative or pessimistic value, since it is 15.4 points below the level of indifference (50 points). Regarding previous years, the current value stabilized the permanent drop that had been occurring since 2017, when it reached a value of 75.8 points.

Keywords: Economy. Business. Confidence. Index. Agriculture.

Introducción

Conocer de qué manera va a evolucionar la economía en el corto plazo interesa a muchos estudiosos de esta ciencia y al público en general. En el mundo existen infinidad de indicadores que de diferentes maneras intentan predecir su evolución. Para la obtención de los mismos se utilizan diferentes estrategias; algunas más objetivas, y otras más subjetivas. Dentro de estas últimas,

considerar la percepción de los empresarios sobre la situación actual y futura de su empresa y del sector en el que se desenvuelve, es una manera indirecta de predecir la marcha de la economía. Esto se conoce como “el índice de confianza empresarial”.

Este índice es una medida del “humor empresarial” y se asume que éste condicionará las decisiones de producción e inversión a corto y mediano plazo, indicando la marcha de la economía. La eficacia del indicador se basa en el hecho de que las percepciones del empresariado sobre su situación y sus expectativas sobre la realidad de la empresa y del país, juegan un rol importante en las sus decisiones económicas, sobre todo en las referentes al consumo y la inversión.

Esta forma de anticiparse a la marcha de la economía a través de índices de confianza, se realiza en todo el mundo. Entre los más reconocidos se encuentran el índice IFO¹, o *índice de clima empresarial*, de Alemania, con mediciones mensuales a más de 7.000 empresarios y el índice Tankan² que consulta trimestralmente a más de 8.000 empresas japonesas. En Argentina los índices de confianza se aplican en todos los sectores de la economía; aunque en el sector agropecuario, este indicador se encuentra escasamente desarrollado (Fusco et al., 2017: 6). En nuestro país solamente la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), desde el año 2012, viene midiendo cuatrimestralmente lo que denomina Índice de Confianza del Empresario Agropecuario (ICEA). Anteriormente, el INTA a través del Instituto de Estudios Sociales, en el 2017 publicó el *índice de confianza del sector agropecuario* (ICS Agro), con mediciones bimestrales de alcance nacional, pero dos años después discontinuó esta medición. Lo dicho anteriormente denota la gran importancia de tener otro tipo de indicadores que evalúen la marcha de este sector. Con esta convicción, el presente trabajo exploratorio -a partir de datos obtenidos por alumnos de la Licenciatura de Administración Rural (LAR)- de la Facultad Regional San Francisco de la UTN, releva el sentir de un grupo de empresarios agropecuario sobre las distintas dimensiones que conforman en índice de confianza (empresa, sector y país) respecto a su situación actual y sus expectativas en el corto plazo, a finales del año 2021 (noviembre-diciembre).

Desarrollo

Objetivo: Calcular el Índice de Confianza de Empresarios Agropecuarios (ICE Agro) en la región de influencia de la Facultad Regional San Francisco, de la Universidad Tecnológica Nacional, para fines del año 2021.

Materiales y métodos:

Existen varios planteos metodológicos en el mundo para la obtención de este índice. En Argentina, tanto el Consorcio Regional de Experimentación Agropecuaria (CREA) como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) realizan sus mediciones basados en la fórmula del Índice de Confianza Empresarial (ICE), aunque tienen algunas diferencias metodológicas entre sí. Este trabajo utiliza las formulas aplicadas por el INTA. Primeramente, a través de encuestas realizadas por formularios de Google, recogimos las opiniones de los directores de los establecimientos sobre la marcha de su empresa, del sector y del país, comparando el año en curso respecto del año pasado y sus expectativas para el año entrante. Para las respuestas la metodología contempla tres posibilidades: positivas, neutras o negativas (u optimistas, neutras y pesimistas).

Detalle del cálculo de los indicadores³: Tanto con las respuestas que indagan el sentir respecto al año anterior como con las del año entrante se construyen índices parciales según la siguiente fórmula:

$$\text{Índice parcial} = K * (p - n + 1)$$

¹ La sigla IFO proviene de Institut fuer Wirtschaftsforschung, el instituto que realiza la medición.

² El término TANKAN proviene de TANKI KEIZAI KANSOKU CHOUSA (Encuesta coyuntural económica a empresas).

³ Para la denominación de los índices parciales que forman el índice de Confianza, decidimos tomar la terminología empleada por el Instituto Nacional de Estadística de España, pues es la que mejor denota el concepto.

Donde: $K = 50$; p = proporción de respuestas positivas sobre total de encuestados y n = proporción de respuestas negativas sobre total de encuestados.

Por lo que obtenemos dos indicadores parciales:

- Índice de situación:** es el balance de opiniones respecto al año que acaba. Para cada una de las dimensiones que se indaga (empresa, sector y país), se trata del saldo o diferencia entre el porcentaje de respuestas favorables y el de desfavorables, referida al año que acaba de finalizar.
- Índice de expectativas:** releva las opiniones sobre las distintas dimensiones respecto al año entrante. Se trata del saldo o diferencia entre el porcentaje de respuestas favorables y el de desfavorables, referida al año que comienza.
- Índice de Evaluación:** Siguiendo la metodología propuesta por INTA, Una vez calculado cada índice parcial, se promedian con los ponderadores definidos en cada caso. Esto es así porque se considera que la perspectiva futura (índice de expectativa) tiene mayor peso (ponderador de 70 %) que la evaluación pasada (índice de situación, ponderador 30 %). A partir de esta ponderación se obtiene el Índice de Evaluación, que se aplicará a las tres dimensiones (“Empresa”, “Sector” y “País”). Por ejemplo, para la dimensión “Empresa”:

$$\text{Índice de Situación Empresa (ISE)} = 50 * (p - n + 1)$$

$$\text{Índice de Expectativa Empresa (IExE)} = 50 * (p - n + 1)$$

$$\text{Índice de Evaluación Empresa(IEE)} = 0,3 \times \text{ISE} + 0,7 \times \text{IExE}$$

A su vez las tres dimensiones son ponderadas en partes iguales (tienen el mismo peso) en la construcción del índice general ICE Agro: **Índice de Confianza Empresarial Agro.** Específicamente se define como la media entre los índices de evaluación para

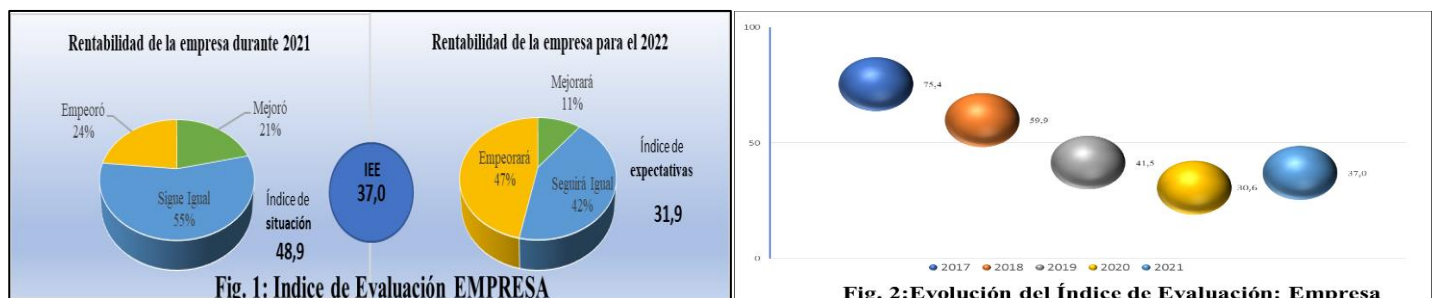
las tres dimensiones. Concretamente:
$$\text{ICE Agro} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{3} \text{ índices parciales}$$

$$\text{ICE Agro} = \alpha \text{ Índice País} + \beta \text{ Índice Sector} + \gamma \text{ Índice Empresa} \quad \text{Donde } \alpha = \beta = \gamma = \frac{1}{3}$$

El tamaño de muestra es de 47 empresas, las que se encuentran distribuidas al este de la provincia de Córdoba y centro de la provincia de Santa Fe.

Resultados obtenidos:

1) Situación y expectativas sobre la rentabilidad de la empresa:

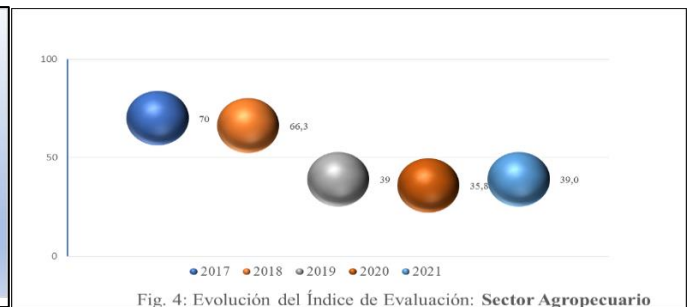


Dimensión EMPRESA (Rentabilidad): índices

Situación: La figura 1 visualiza el 21 % de los gestores de establecimientos empresariales cree que mejoró la marcha de su negocio (rentabilidad) durante el año 2021. Por su parte, el 24 % ha opinado de forma contraria. El *Índice de Situación*, se situó en 49 puntos. **Expectativas:** El 11 % de los empresarios prevén un año favorable para su empresa y el 47 % son pesimistas sobre

la marcha de su negocio en el 2022. El *Índice de Expectativas*, se situó en 32 puntos. El **índice de evaluación**: Teniendo en cuenta los índices parciales anteriores, el Índice de Evaluación de la Empresa (IEE) arroja un valor de 37 puntos; marcando una confianza negativa (13 puntos por debajo del nivel de indiferencia, o un 35,1 %). **Comparativo**: Si comparamos el IEE actual respecto al de noviembre de 2020 (fig. 2), vemos un aumento de 6,4 puntos, lo que representa un 21,5 % de aumento en el nivel de confianza. Aún así, no alcanza a recuperar los valores de los años anteriores (2017 al 2019).

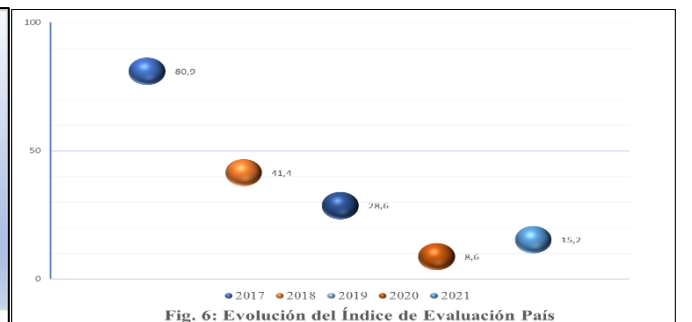
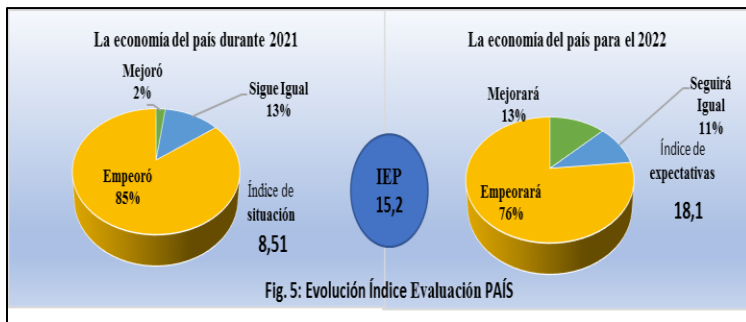
2) Situación y expectativas sobre la evolución del sector:



Dimensión SECTOR: índices

Situación: La figura 3 visualiza el 17 % de los gestores de establecimientos empresariales rurales piensa que hubo mejoras en el sector al que pertenecen durante el año 2021. Por su parte, el 19 % ha opinado de forma desfavorable. El *Índice de Situación*, se situó en 49 punto, es decir, negativa (1 puntos por debajo de 50). **Expectativas**: El 14 % de los establecimientos empresariales prevén un año 2022 favorable para el sector al que pertenecen y el 45 % son pesimistas. El *Índice de Expectativas*, se situó en 34,7 puntos, a 14 puntos por debajo del índice de situación. **Índice de evaluación**: El índice de evaluación respecto a la evolución del sector agropecuario es de 39; es decir, 11 puntos por debajo del nivel de indiferencia (50 puntos). **Comparativo**: Comparando con los años anteriores, en noviembre de 2020 (fig. 4), éste índice parcial era de 35,8 puntos y se verifica que en un año experimentó una suba de 3,2 puntos, es decir que hubo un muy leve crecimiento del 0,8 %. Teniendo en cuenta los índices anteriores al 2020, vemos que, a pesar de este pequeño crecimiento, este valor sigue por debajo de los índices obtenidos desde el 2017 al 2019.

3) Situación y expectativas sobre la evolución de la Economía Argentina (País):



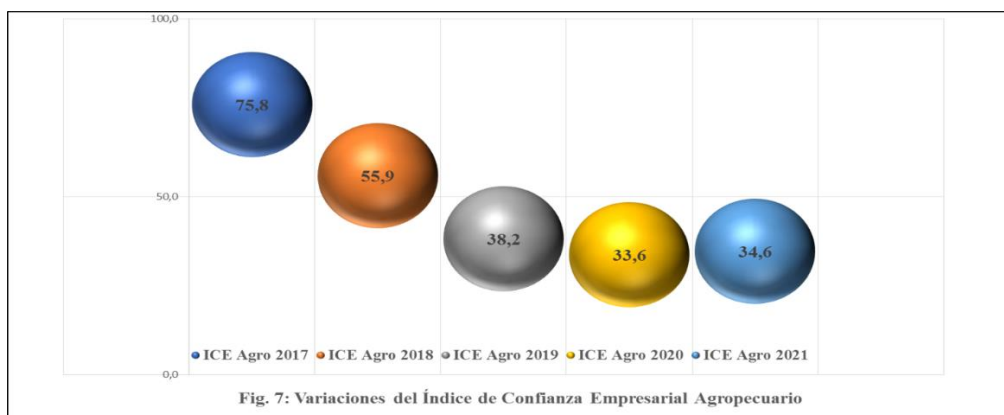
Dimensión PAIS: índices

Situación: La figura 5 visualiza que ningún empresario siente que la marcha general de la economía argentina mejoró durante el año 2021. Precisamente, el 85 % piensa que la situación durante el 2021 empeoró y sólo el 13% opina que sigue igual. Esto

determina un índice de situación de 8,5, valor muy negativo (41,5 puntos por debajo del valor de indiferencia de 50). **Expectativas:** Las expectativas respecto al futuro son más optimistas. El 13 % de los establecimientos empresariales prevén un año favorable y el 77 % son pesimistas sobre la futura marcha general de la economía. El *Índice de Expectativas*, se situó en 15,2 puntos. **Índice de Evaluación:** Considerando los índices parciales anteriores, (fig. 6), el Índice de Evaluación País (IEP) se situó en 15,2 puntos. Es decir que se presenta por debajo del valor de indiferencia (50) en 34,8 puntos; que significa una porción mayoritaria de percepciones negativas o pesimistas. **Comparativo:** Si lo comparamos respecto al valor alcanzando a la misma fecha del año anterior (8,6), que fue el mínimo histórico de esta serie (2017-2020) se verifica un aumento de 6,6 puntos, que representa un crecimiento del 76 % del nivel de confianza del empresario, durante este último año. respecto a la economía del país. Sin embargo, como en las dos dimensiones anteriormente analizadas, se vuelve a cumplir que este crecimiento no alcanza a recuperar los niveles alcanzados en el período 2017-2019. De hecho, del valor inicial del 2017 (80,9), el índice de confianza cayó un 81,2 % hasta la actualidad (15,2).

ICE Agro 2021:

Tomando en cuenta los valores obtenidos en los índices de evaluación (Empres, Sector, País), se obtiene el índice de confianza agropecuario para diciembre del año 2021, que asume un valor de 34,6 puntos.



Como podemos ver en la figura 7 dicho valor, al ser inferior en 15,4 puntos del valor de indiferencia, nos muestra que en el sector agropecuarios analizado existe una mayor proporción de empresarios que tienen una percepción pesimista, o negativa, de la realidad actual y futura respecto a los de percepción optimista o positiva. Respecto al año 2020, muestra una leve mejoría, (creció 1 punto, que representa un aumento del 2,9 %). Pero analizando su evolución desde el 2017, (75,8 puntos), hubo una caída de 41,2 puntos que representa una baja del 54,3 % del índice de confianza empresarial de ese momento. En 2021 la dimensión que mayor valor alcanzó, fue la dimensión Sector (IES = 39 puntos), que, si bien es un valor negativo, como también la dimensión Empresa (IEE= 37); tuvieron crecimiento significativos respecto al año pasado; mientras que la dimensión “País” no sólo obtuvo el menor valor (IEP = 15,2) sino que por debajo del nivel de indiferencia de 50 en 34,8 puntos que equivale a un 30,4 % de empresarios con opinión pesimista sobre los optimistas, y a su vez, su variación respecto al 2020 es casi insignificante. Podemos ver que, en general, las percepciones respecto al último año son levemente positivas, respecto a las expectativas a futuro. Esto se explica dado que la metodología aplicada pondera con un mayor valor la visión a futuro del empresario (ponderador = 70 %) respecto a su apreciación de la situación del último año (Ponderador = 30 %).

Conclusiones

A pesar de un leve aumento respecto al año 2020, el ICE Agro 2021 sigue siendo un valor significativamente negativo o pesimista, pues está 15,4 puntos por debajo del nivel de indiferencia (50 puntos). Respecto a los años anteriores, el valor actual se visualiza como un freno a la caída permanente que venía ocurriendo desde el año 2017, inicio de nuestras mediciones, cuando obtuvo un valor de 75,8 puntos.

Sabemos que las percepciones de los empresarios agropecuarios referidas a su situación y sus expectativas sobre la realidad de la empresa y del país juegan un rol importante en sus decisiones económicas; sobre todo en las referentes al consumo y la inversión. Aun así, no podemos afirmar específicamente cuáles son los eventos sociales o políticos, o las circunstancias micro y macroeconómicas que causan estas variaciones en sus percepciones. Las personas responden a una cierta y particular pauta cultural y a su condición psíquica y afectiva. Por ende, sus apreciaciones son únicas e irrepetibles. Es por esta razón que resulta dificultoso, o en todo caso erróneo asegurar cuáles fueron los hechos o circunstancias que motivaron estas variaciones en el índice de confianza empresarial durante el período analizado. También se pueden referenciar estos resultados con índices de confianza publicados para otras poblaciones del mismo sector, para el mismo período, y que compartan las fórmulas para calcularlo. En este caso en particular no conocemos otras mediciones para referenciar.

Para futuras mediciones se prevé incluir las variables de Inversión de capital como una nueva dimensión a considerar en el cálculo del ICE Agro (escala de producción e Inversiones en equipamiento y maquinaria).

Referencias

- FUSCO, et al. (2017). Índice de confianza de los empresarios agropecuarios en argentina. *Revista de Investigación en Modelos Financieros*, Año 6, Vol.1,1-16. Recuperado de: http://www.economicas.uba.ar/institutos_y_centros/revista-de-investigacion-en-modelos-financieros/

Bibliografía

- BULA, Alfredo. (2020). Importancia de la Agricultura en el Desarrollo. *Informe del Observatorio de la Universidad Nacional de Rosario N° 50, puente Académico N° 16. ISSN 2683-9067.*
- CALZADA, Julio & TREBOUX, Javier. (2019). Importancia económica del sector agropecuario y agroindustrial en la República Argentina. *Informativo semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario, Año 37, Edición 1927.* Recuperado de: http://cdi.mecon.gov.ar/bases/doc/bcr/info_sem/1927.pdf
- Instituto de Estudios Sociales del Centro de Investigación en Ciencias Políticas, Económicas y Sociales (CICPES) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario (INTA) y Ministerio de Agroindustria de la Presidencia de la Nación (2017). *Índice de confianza del sector agropecuario* (N° 1, 2 y 3).
- Instituto Nacional de Estadística de España. (2018). *Metodología y Justificaciones de los índices de confianza empresarial.* Recuperado de: <http://www.ine.es/metodologia/t37/t3730199.pdf>
- PISANI CLARO, Nicolle & MIAZZO, David. (2019). *El campo argentino en números.* Informe anual de la Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina (FADA). Recuperado de: <https://fundacion-fada.org/informes/el-campo-argentino-en-numeros-4/>
- RODRÍGUEZ, Paula. (2018). *La confianza empresarial Pyme durante el 2017.* Centro de Estudios Económicos de la Unión Industrial de Bahía Blanca (CEE-UIBB). *Tiempo Industrial* 112 – Año 11 – Páginas 20-21

INDAGACIÓN A ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS DEL DEPARTAMENTO SAN JUSTO, CÓRDOBA

SURVEY OF AGRICULTURAL AND LIVESTOCK ESTABLISHMENTS OF THE DEPARTMENT SAN JUSTO, CÓRDOBA

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Stefanía Capello

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
steficapello@gmail.com

Mónica Serra

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
monicaserra@hotmail.com

Maricel Rovasio

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
maricelrovasio@yahoo.com

Daniel Ricci

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
dricci@sanfrancisco.utn.edu.ar

Javier Vignolo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
javignolo@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

La sustentabilidad de los ecosistemas y los recursos y servicios que estos proporcionan, requieren que se comprendan a fondo los procesos de cambio de usos de suelo y sus efectos, ya que estos pueden llevar a la pérdida de capa superficial del suelo por erosión hídrica o eólica, inundaciones, pérdida de productividad, etc. El conocimiento de la distribución y superficie sembrada de cultivos agrícolas es indispensable para la planificación de políticas, para definir las bases de ordenamiento territorial y para productores en la toma de decisiones.

El presente trabajo, tiene como objetivo principal explorar las principales características técnicas y productivas de los establecimientos agropecuarios, relacionadas con el uso del recurso suelo, a través de los datos obtenidos en una encuesta a productores del departamento San Justo, que adhieren a las Buenas Prácticas Agropecuarias, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba.

Palabras Claves: Suelo - Análisis – Agricultura - Sostenibilidad

Abstract

The sustainability of ecosystems and the resources and services they provide require a thorough understanding of land use change processes and their effects, since these can lead to the loss of topsoil due to water or wind erosion, flooding, loss of productivity, etc. Knowledge of the distribution and area sown with agricultural crops is essential for policy planning, defining the basis for land-use planning and for producers in decision-making.

The main objective of this project is to explore the main technical and productive characteristics of agricultural establishments, related to the use of soil resources, through the data obtained in a survey of producers in the San Justo department, who adhere to Agricultural Good Practices, of the Ministry of Agriculture and Livestock of the province of Córdoba.

Keywords: Soil – Analysis – Agriculture - Sustainability

Introducción

El uso del suelo está inherentemente ligado con la sustentabilidad del uso de los recursos naturales. La forma e intensidad en que se modifica la cubierta vegetal determina la persistencia de los ecosistemas y, por ende, de los recursos y servicios que éstos proporcionan. Es fundamental, por tanto, entender en detalle los procesos de cambio de uso del suelo y sus efectos. A través del tiempo, el hombre fue transformando los ecosistemas naturales en ecosistemas de producción mediante la incorporación de energía fósil y la eliminación de componentes biológicos. De esta manera, los planteos productivos se concentraron en pocos cultivos de alta productividad y homogeneidad genética, maximizando la producción y la rentabilidad, y simplificando el manejo, haciendo posible que los rendimientos aumentaran en la misma proporción que la población. Esta búsqueda de aumento de rindes productivos y de beneficios económicos llevó, constantemente, a una expansión de la agricultura sobre tierras naturales, boscosas y de pastoreo y a una intensificación en el uso de insumos (Violini, 2016).

En los últimos años, el avance de la tecnología 4.0, permite la realización de estudios multitemporales de grandes superficies, integrada a sistemas de información geográfica y la aplicación de tecnología (control de la erosión, la construcción de terrazas, la siembra directa, el manejo balanceado de nutrientes y su reposición, la rotación de cultivos para prevenir el deterioro de la materia orgánica de los suelos y la agricultura de precisión) lleva, a la mejora de los rendimientos agrícolas sin deteriorar los recursos naturales (Violini, 2016).

El concepto de Industria 4.0 refiere a una nueva manera de producir mediante la adopción de tecnologías 4.0, es decir, de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real (INTI, 2022).

La economía argentina ha estado tradicionalmente ligada al sector agrícola-ganadero, el cual ha sido sostenido por la riqueza de los recursos naturales del país y de los servicios ecosistémicos que los ambientes naturales y los paisajes rurales proveen. Desde mediados del siglo XX, el incremento en la conversión de ecosistemas naturales en tierras de cultivo y pasturas, junto a la aplicación de prácticas agropecuarias de manejo inadecuadas, se han vuelto una amenaza a la integridad de distintas regiones del país, ya que pueden originar degradación del suelo; contaminación del agua y el aire; fragmentación de los hábitats y pérdida de vida silvestre (Nkonya et al., 2011).

El art. 2 de la ley 10663 de la Provincia de Córdoba (Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias de Córdoba), define como Buenas Prácticas Agropecuarias al conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas tendientes a reducir los riesgos físicos, químicos y biológicos en la producción, procesamiento, almacenamiento y transporte de productos de origen agropecuarios, orientadas a asegurar la inocuidad del producto y la protección del ambiente y del personal involucrado con el fin de propender al desarrollo sostenible (Arias et al., 2018).

Este estudio pretende identificar algunas características en el uso del recurso suelo, en establecimientos agropecuarios ubicados en el departamento San Justo, provincia de Córdoba, utilizando los datos obtenidos en una encuesta realizada a productores del sector, que adhieren a las Buenas Prácticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba.

Desarrollo

Durante el mes de abril de 2022, con motivo de la inauguración del nuevo Laboratorio de Observación y Estudios de Suelo San Francisco (LOESS) de la Facultad Regional San Francisco perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, se lleva a cabo una encuesta a ciento cincuenta productores del sector agropecuario del departamento San Justo; de los cuales el 66 % se dedica a la agricultura, el 17% a la actividad de tambo, el 9 % a la ganadería y el 8 % restante se desempeña en otras actividades relacionadas al sector.

Cabe aclarar que los encuestados son los asistentes convocados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba, que están adheridos a las Buenas Prácticas Agropecuarias, del departamento San Justo.

El método que se utiliza es el descriptivo, como primer paso, para detectar regularidades en los objetos de estudio, describir asociaciones entre variables y generar hipótesis que puedan ser contrastadas en estudios posteriores, sin establecer relaciones de causa – efecto. Una técnica utilizada para la recogida de datos es la encuesta; la que se define como aquella técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recogen y analizan, una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población, de la que se pretende explicar y analizar una serie de características. El instrumento básico utilizado en la investigación por encuesta es el cuestionario, que recoge de forma organizada los indicadores de las variables implicadas en el objetivo de la encuesta (Casas Anguita et al., 2003).

Algunas de las preguntas que se realizan en el cuestionario son cerradas y la mayoría son de elección múltiple del tipo abanico de respuestas y preguntas de estimación. Con estas últimas se busca obtener una distribución de frecuencias de las respuestas emitidas.

La intención de esta encuesta tiene un carácter exploratorio de los principales problemas de suelos en nuestra zona, los sistemas de labranza utilizados, diversas rotaciones de cultivo, fertilizaciones y/o enmiendas efectuadas, tecnologías 4.0 utilizadas, entre otros; lo que permite una visión general de las características técnicas y productivas actuales en establecimientos agropecuarios.

A continuación, se presentan los datos agrupados por pregunta, en gráficos de torta, con los porcentajes obtenidos para cada respuesta.

En la figura 1 se muestran los principales problemas de suelos captados por los productores encuestados. Se puede apreciar que los que se destacan son compactación y falta de nutrientes.

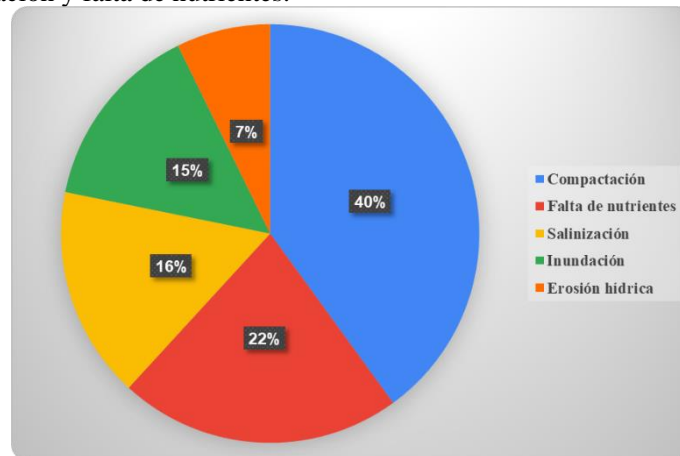


Fig. 1. Principales problemas de suelos en nuestra zona

En la figura 2 se exponen los diferentes sistemas de labranza empleados, observándose que el 80 % utiliza siembra directa.

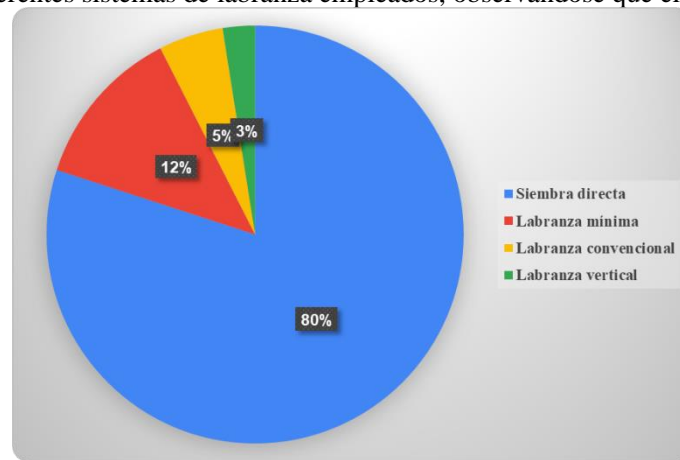


Fig. 2. Diversos sistemas de labranza empleados

En la figura 3 se pueden apreciar las diferentes rotaciones de cultivos que manejan los productores de nuestra zona, observándose que el 82 % de los mismos, realiza la secuencia maíz, trigo/soja.

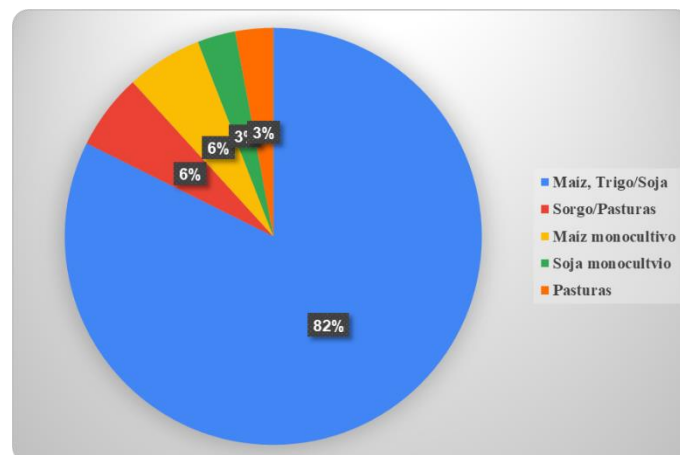


Fig. 3. Rotaciones de cultivos utilizadas

En la figura 4 a) se visualizan los criterios del productor a la hora de efectuar enmiendas y/o fertilizaciones, destacándose la realización de análisis de suelos, como base para la toma de decisiones. En la figura 4 b) se muestra que en el 85 % de los casos se efectúa al menos un análisis al año.

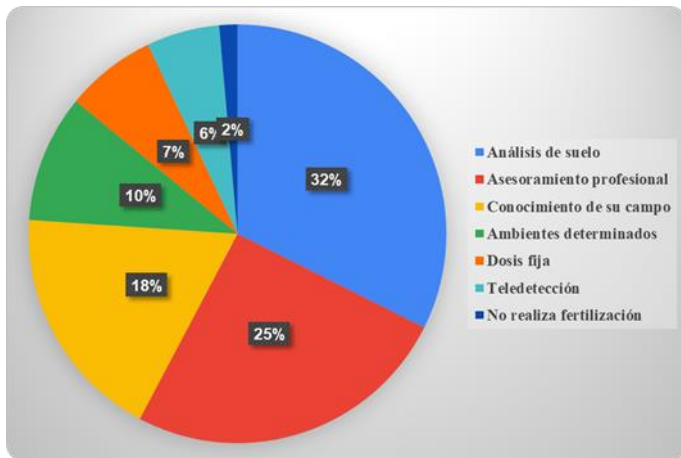


Fig. 4 a) Criterios utilizados para la realización de fertilizaciones y/o enmiendas en los campos

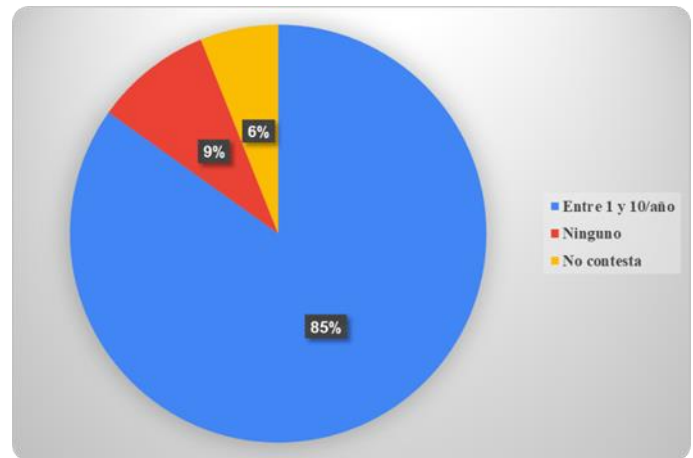


Fig. 4 b) Cantidad de análisis de suelos realizados por año

En la figura 5 se observa que las fertilizaciones se llevan a cabo principalmente con sulfato de calcio y el conjunto calcio y magnesio.

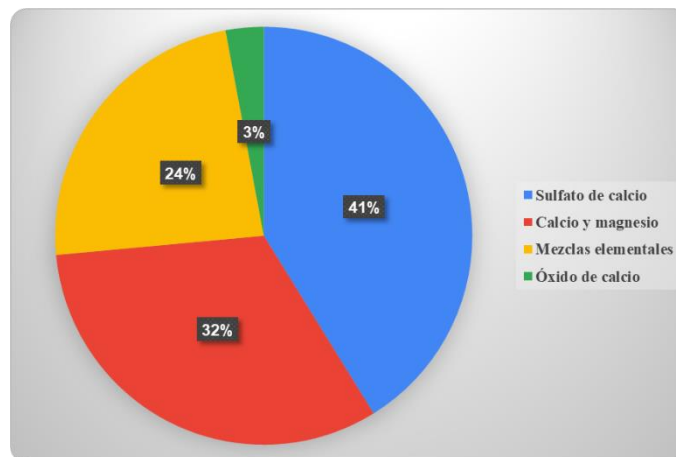


Fig. 5. Tipos de fertilizantes

En la figura 6 se puede apreciar la percepción que posee el productor sobre la fertilidad de los campos de la zona, respecto de treinta años atrás, distinguiéndose que el 49% percibe una baja en los niveles de fertilidad.

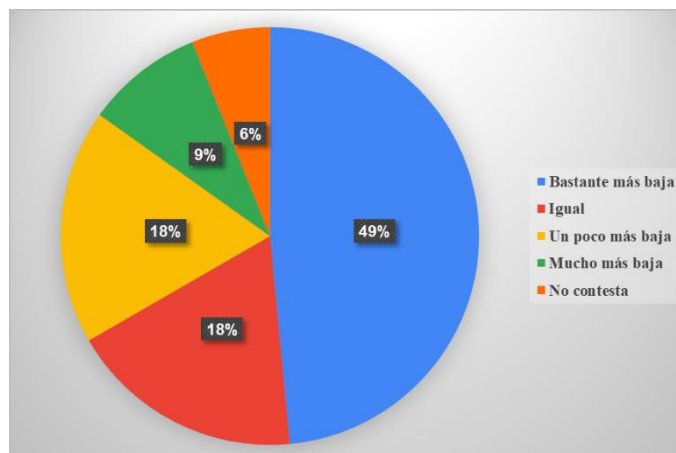


Fig. 6. Percepción de los productores sobre la fertilidad de los campos, respecto de treinta años atrás

En la figura 7 se expone la utilización de una cláusula inserta en los contratos de arrendamiento rural sobre la conservación de las propiedades del suelo, sobresaliendo que un 40% no la emplea.

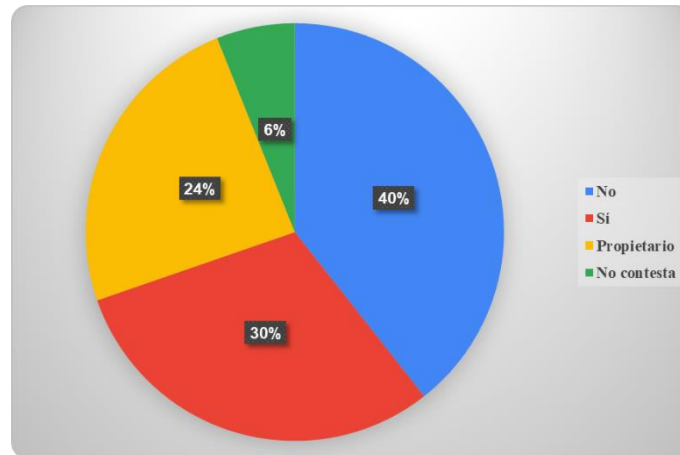


Fig. 7. Utilización de una cláusula inserta en los contratos de arrendamiento rural sobre la conservación de las propiedades del suelo

En la figura 8 se visualiza el nivel de importancia conferido por el productor a las pérdidas que sufren sus suelos al momento de evaluar la rentabilidad, resultando muy importante para un 52% de los encuestados.

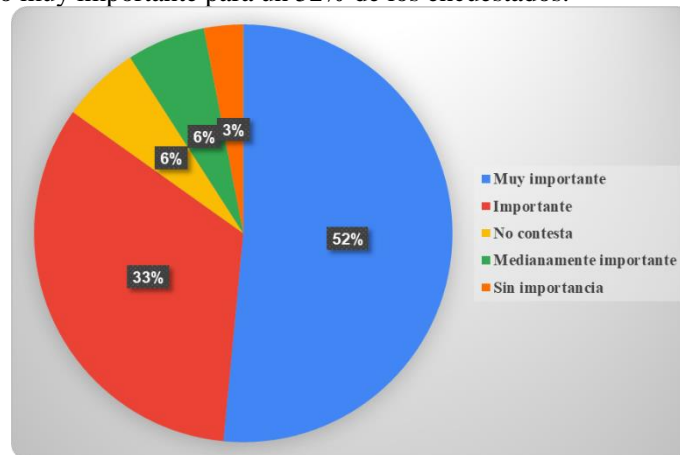


Fig. 8. Nivel de importancia conferido por el productor a las pérdidas que sufren sus suelos al momento de evaluar la rentabilidad

En la figura 9 se exhiben las principales tecnologías 4.0 implementadas, siendo las principales las imágenes satelitales, el mapeo de cosecha y las plataformas digitales, agrupando un 55% de los datos, mientras que un 22 % de los productores no utiliza tecnologías 4.0.

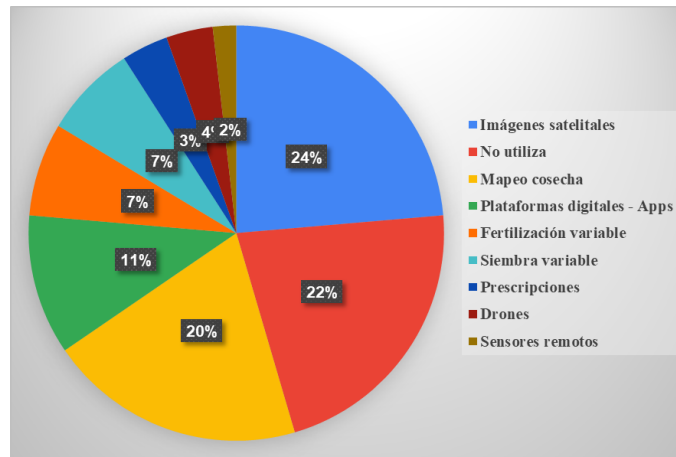


Fig. 9. Tecnologías 4.0 utilizadas

Conclusión

Del análisis de la encuesta, se destaca que los principales problemas en los suelos son: compactación (40 %), falta de nutrientes (22 %) y salinización (16 %). Además, la percepción del 49% de los encuestados demuestra una baja en los niveles de fertilidad, en comparación a treinta años atrás, y un 52% considera muy importante evaluar las pérdidas y el deterioro de los suelos al momento de hablar de rentabilidad. En este último aspecto el 40 % no utiliza en sus contratos de arrendamiento rural una cláusula sobre la conservación de las propiedades del suelo (solo el 30 % la emplea). La siembra directa (80 %) es el sistema de labranza más utilizado y la rotación de cultivos más empleada es la que combina maíz, trigo/soja (82 %).

Los productos utilizados más frecuentemente, al momento de realizar fertilizaciones y/o enmiendas, son sulfato de calcio (41 %) y calcio y magnesio (32 %); para lo cual el 32% de los productores se basa en análisis de suelos y el 25 % en asesoramiento profesional. Cabe mencionar que un 85% realiza al menos un análisis de suelos al año.

El 78 % de los productores encuestados emplea tecnologías 4.0, siendo las que se destacan imágenes satelitales, mapeo de cosecha y plataformas digitales.

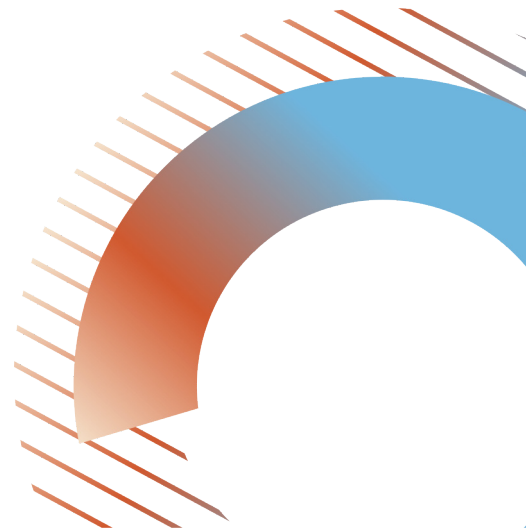
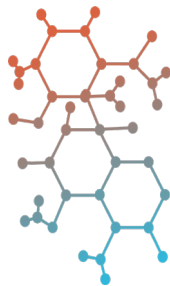
Más que emitir juicios de valor sobre los resultados de esta encuesta, se intenta presentar la realidad que se manifiesta en los ciento cincuenta productores encuestados, adheridos a las Buenas Prácticas Agropecuarias que asistieron a la Inauguración del Laboratorio LOESS, para conocer las características principales de los establecimientos productivos relacionadas con el recurso suelo.

Actualmente, se está trabajando en conjunto con el laboratorio LOESS, generando una base de datos de distintos establecimientos relacionados al sector agropecuario llevando a cabo mediciones y análisis de suelos, para evaluar los niveles de nutrientes actuales y prístinos; para direccionar los objetivos de futuros trabajos de investigación y profundizar en el estudio de las variables mencionadas.

Referencias

- Arias, G. C., y González, O. F. (2018). *Ley: 10663 - Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias de Córdoba*. Legislatura de la Provincia de Córdoba.
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/bpa/documentos/LEY_BPA_cordoba.pdf
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/315000-319999/316561/norma.htm>
- INTI. (2022). *Industria 4.0*. <https://www.argentina.gob.ar/inti/industria-40>
- Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., y Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atencion Primaria*, 31(8), 527–538. <https://doi.org/10.1157/13047738>
- Nkonya, E., Gerber, N., von Braun, J., y De Pinto, A. (2011). Economics of Land Degradation. The Costs of Action versus Inaction. IFPRI Issue Brief 68. *International Food Policy Research Institute*, 68.
- SRyGC/SAyB. (2018). *Res. Conj. 5/2018*.
- Violini, S. (2016). *Uso de suelo agrícola en la zona central de Córdoba: análisis de datos espaciales multisensor para su estudio y gestión*. Universidad Nacional de Córdoba.

Otras Especialidades



ANÁLISIS DEL AUMENTO DE TEMPERATURA EN MOTORES DE INDUCCIÓN ASINCRÓNICOS, POR DEFICIENCIA EN LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN

ANALYSIS OF TEMPERATURE INCREASE IN ASYNCHRONOUS INDUCTION MOTORS, DUE TO DEFICIENCY IN VENTILATION CONDITIONS

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022.

Walter Aguilera

Facultad Regional San Nicolás-Universidad Tecnológica Nacional- Argentina
waguilera@frsn.utn.edu.ar

José Baldini

Facultad Regional San Nicolás-Universidad Tecnológica Nacional- Argentina
jbaldini@frsn.utn.edu.ar

Juan Carlos Cámpora

Facultad Regional San Nicolás-Universidad Tecnológica Nacional- Argentina
jccampora@frsn.utn.edu.ar

Susana Doque

Facultad Regional San Nicolás-Universidad Tecnológica Nacional- Argentina
mdoque@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Los motores eléctricos asincrónicos con jaula de ardilla de baja tensión totalmente cerrados, autoventilados, son una de las máquinas más utilizadas tanto en la industria como en otro tipo de aplicaciones.

El objetivo de este proyecto es investigar si la deficiente ventilación del circuito rotor-estator del motor, puede aumentar la temperatura por deficiencias en ventilación, pudiendo exceder los límites térmicos de la Clase de aislamiento para lo cual fue fabricado.

En esta investigación de tipo experimental, se realizaron ensayos para distintas condiciones de carga y ventilación, colocando termocuplas en lugares estratégicos del estator y graficando los resultados de las mediciones obtenidas. Las conclusiones a las que arribamos fueron que para las condiciones analizadas no se observa un incremento importante en los valores de temperatura por lo que se continuará con los ensayos en situaciones de mayor grado de exigencia en los estados de ventilación.

Palabras clave: Motores Asincrónicos – temperatura - ventilación

Abstract

The asynchronous electric motors with fully enclosed, self-ventilated, low-voltage wire cages are one of the most used machines both in industry and in other types of applications.

The objective of this project is to investigate if the deficient ventilation of the rotor-stator circuit of the motor, can increase the temperature due to deficiencies in ventilation, being able to exceed the thermal limits of the insulation class for which it was manufactured.

In this experimental type of investigation, tests were carried out for different load and ventilation conditions, placing thermocouples in strategic places on the stator and graphing the results of the measurements obtained. The conclusions we arrived at were that for

the conditions analyzed there is no significant increase in the temperature values, so we will continue with the tests in situations of higher level of demand in the ventilation states.

Keywords: Asynchronous motors - temperature - ventilation

Introducción

Los motores eléctricos asincrónicos con jaula de ardilla de baja tensión totalmente cerrados, autoventilados, son una de las máquinas más utilizadas tanto en la industria como en otro tipo de aplicaciones. Los mismos fueron desplazando a otro tipo de motores, dado que es una máquina con mantenimiento simple, relativamente menos costosa con respecto a los demás y cuando se asocian con *drivers* electrónicos le dan prestaciones que pueden superar a otro tipo de motores.

Los ambientes de trabajo en el cual se instalan los motores eléctricos para accionar distintos tipos de máquinas reciben en algunos casos sustancias de la misma línea de producción (celulosa, cemento, granos, etc.) los cuales se depositan en las carcasas de los mismos, obstruyen el normal flujo de ventilación de aire, sumado al hecho que la humedad del ambiente hace que se formen capas firmes de estos componentes muchas veces difícil de retirar.

Todos estos ingredientes impiden la normal disipación del calor generado en el interior hacia el medio ambiente para mantener la temperatura del motor, sobre todo de los aislantes de los bobinados, dentro de los límites de la clase térmica de aislamiento de fabricación y también aumentan las pérdidas por calentamiento, bajando el rendimiento del motor.

Estos motores tienen un rendimiento que es expresado por el fabricante en sus catálogos y son certificados por entidades independientes con rigurosos procesos de medición.

Los datos de catálogo expresan el límite menor del rendimiento esperado para los distintos grados de eficiencia, es decir que el rendimiento real del motor, puede ser mayor que ese valor. El rendimiento se da para distintos porcentajes de cargas respecto a la nominal.

La investigación que se desarrolla es para corroborar si las distintas condiciones de ventilación inciden en el aumento de temperatura

En esta investigación de tipo Experimental se simularon para los diferentes estados de carga distintas situaciones de ventilación.

Posteriormente se sometió a pruebas un motor que en adelante llamaremos “G1”, para observar el aumento de temperatura que se producen.

Desarrollo

El Laboratorio de Alta Tensión de la Facultad donde se realizaron los ensayos, cuenta con un banco de prueba de motores marca SCHENCK TYP con una capacidad de trabajo de 100HP con un freno de corriente continua refrigerado por agua, para regular las distintas condiciones de carga acopladas al eje.

Se utiliza un motor “G1” Siemens de 11 KW, 1460 rpm, 400 V, 50 Hz, grado de eficiencia EFF2 en el Laboratorio de Alta Tensión de la Facultad Regional San Nicolás.

La alimentación del motor se hace desde un tablero de comando que tiene un arrancador suave marca Schneider Altistar, con una capacidad de 140 Amp.

Se desarmó el motor y se colocaron cuatro termocuplas J para medición de temperatura en la parte anterior, lado de acople, es decir en las condiciones de menor ventilación del motor

Dos de ellas en la cabeza de bobina: una en la parte superior (T2) y otra en la parte inferior (T1); una en el núcleo (T3) y otra en la carcasa (T4).



Fig. 1 Motor en Banco de pruebas



Fig. 2 Ubicación de las Termocuplas en los bobinados



Fig. 3 Salida de las termocuplas al multimedidor



Fig. 4 Motor listo para ensayar

- T1: Bobinado del motor parte inferior
- T2: Bobinado del motor parte superior
- T3: Estator parte superior
- T4: Carcasa. Parte externa superior detrás de la caja de bornes.

Dado que en la situación hipotética de que se registrarían saltos térmicos apreciables, se decidió utilizar el método de medición de temperatura por termocuplas. Dado que no se verificó la hipótesis, como puede apreciarse en los gráficos, lo que resta es validar estos ensayos por el método de variación de resistencia eléctrica de los bobinados.

Los ensayos se realizaron para las distintas condiciones de cargas en el eje: 0 (vacío), 25, 50, 75 y 100% de la carga nominal, y para las distintas combinaciones de condiciones de funcionamiento:

Para analizar la hipótesis de partida se hicieron los ensayos al motor considerando 2(dos) estados de ventilación para cada porcentaje de plena carga al motor G1. Estos estados son: 1) Con ventilación plena; 2) con el 50% de ventilación y 50% de canales de ventilación obstruidos, simulando depósito de material volátil hasta la mitad de los alabes.

Cálculo de la reducción del aire por obstrucción de los canales de disipación:

Para simular un agente externo depositado en el motor y que obstruye el natural flujo de aire, se colocó masilla cubriendo el largo de los canales de disipación hasta el 50% de la altura y a lo largo de los mismos.

La superficie total de disipación del motor en condiciones normales es:

$$S_{TD} = S_{CSA} + S_{TDE} + S_{TTR} + S_{AL} \quad (1)$$

Donde:

- S_{TD} = Superficie total de Disipación
- S_{CSA} = Superficie de la carcasa sin álabes
- S_{TDE} = Superficie tapa delantera
- S_{TTR} = Superficie tapa trasera
- S_{AL} = Superficie de los álabes

A partir de mediciones efectuadas:

$$S_{TD} = 0,1011m^2 + 0,1037m^2 + 0,1037m^2 + 0,5405m^2 = 0,8490m^2$$

Para las condiciones de estudio donde se tapó el canal entre álabes con masilla hasta la mitad del alto total del álabe, en todo el largo de la carcasa (ver fig.6), resulta:

$$S_{TAL} = S_{TD} - S_{TM} \quad (2)$$

Donde:

- S_{TAL} = Superficie total considerando la falta de disipación producto de la obstrucción de la masilla
- S_{TD} = Superficie total de Disipación (original)
- S_{TM} = Superficie del canal obstruido

Luego:

$$S_{TAL} = 0,8490m^2 - 0,3335m^2 = 0,514m^2 \quad (3)$$

$$\text{Expresado en porcentaje } \frac{STM}{STD} \times 100 = \frac{0,3335 \text{ m}^2}{0,8490 \text{ m}^2} \times 100 = 39,5\% \quad (4)$$

Lo cual significa que la superficie de disipación se reduce a un 60,5% del total. Es decir que obstruyendo el 50% del ingreso de aire en los álabes de la carcasa, se produce una disminución de éste a un valor de 60,5%.



Fig. 5 Detalle del 50% de los Alabes Tapados

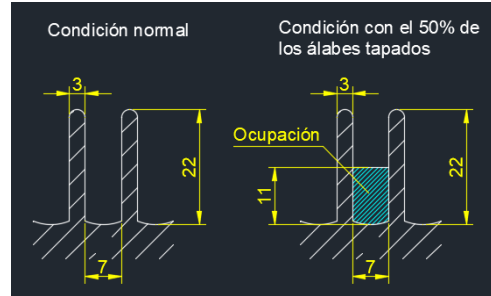


Fig. 6

Las mediciones que se realizaron fueron para:

- a) **Estados de Carga:** Plena Carga, 75%, 50%, 25% de Plena Carga y Vacío (0%)
- b) **Estados de ventilación:** 100% de ventilación (condición normal de funcionamiento) y 50 % de ventilación con 50% de los álabes de la carcasa tapados.

Se tomaron muestras de temperatura cada 20 minutos en cada termocupla situadas en los diferentes puntos del estator.

Los resultados de las mediciones se traducen y grafican en Excel para comparar cada una en función de la ubicación, el estado de carga y ventilación.

Gráfico 1- Ventilación al 100%, álabes limpios, en vacío

Gráfico 2 – Ventilación al 100%, álabes limpios, a plena carga

Gráfico 3 – Ventilación al 100 %, Alabes tapados al 50 %, plena carga

En los diferentes gráficos se observa la evolución de la temperatura en las diferentes termocuplas T1, T2, T3 y T4 en función del tiempo. Se aprecia que las termocuplas T1 y T2 que se encuentran en las cabezas de bobinas elevan su temperatura más que las termocuplas T3 y T4

CORRIENTE (Amp)		TENSION (Vol)			POTENCIA (KW)			TERMOCUPLAS (°C)				RENDIMIENTO			
R	S	T	RS	ST	TR	RPM	R	S	T	1	2	3	4	HORA	η
22	22,6	22,4	396	395,6	394,5	1462	12,5			24,5	24,8	25	24,7		0,88
										51	53,5	36,8	30		
										94,2	93,8	62,5	44,8		
										104,1	104,6	69,8	49,3		
										111,5	111,9	74,4	51,4		

Tabla 1: Ejemplo de Planilla generada para cada estado de ventilación y carga:

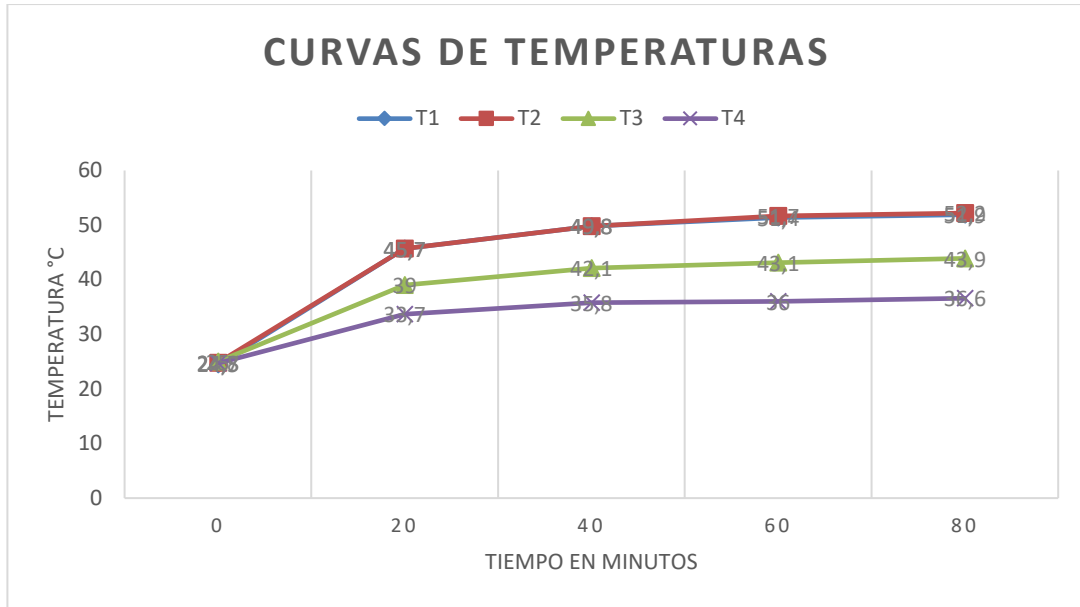


Gráfico 1

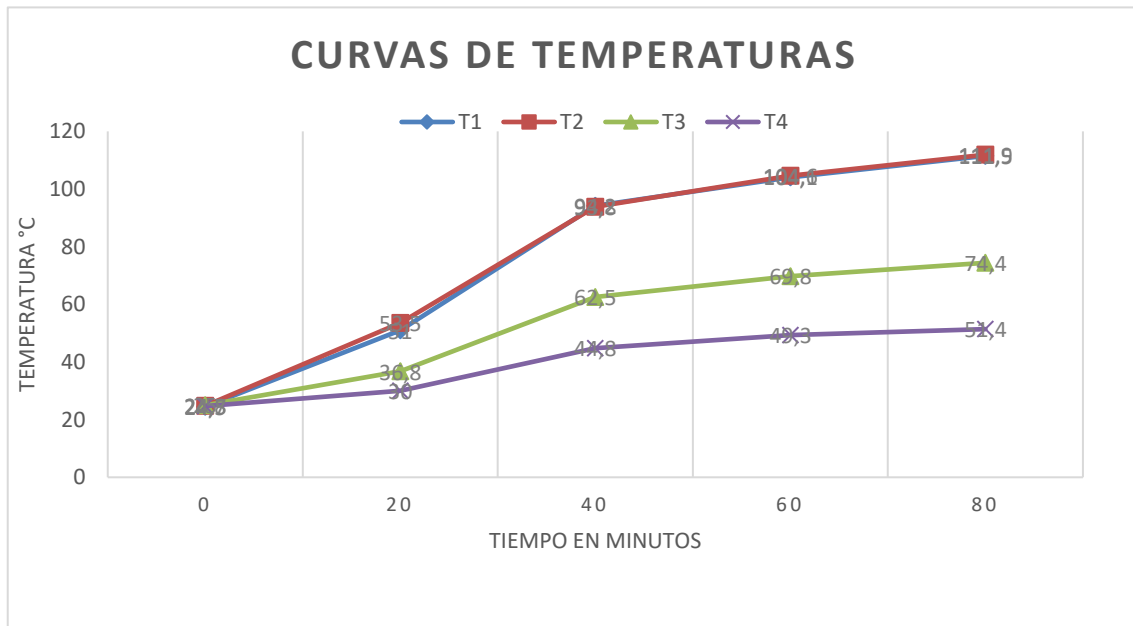


Gráfico 2

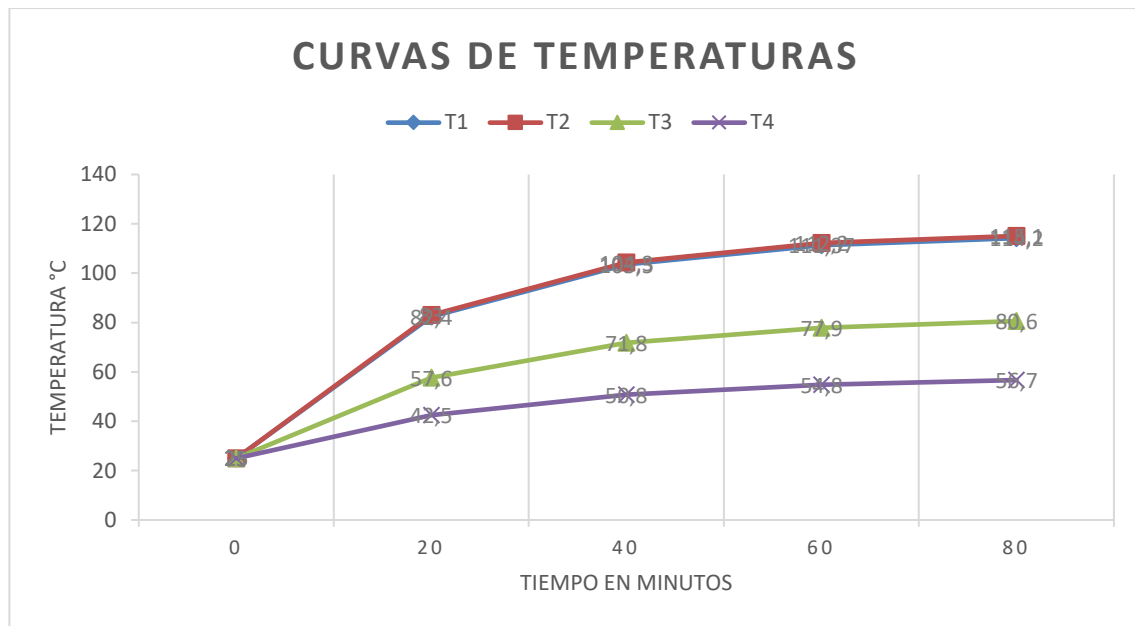


Gráfico 3

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, en las dos condiciones de ventilación, parte de los cuales se muestran, no se advierte un salto térmico importante a plena carga. En este punto no es posible determinar el grado de incidencia de la falta de ventilación en la eficiencia del motor. Los estados de carga intermedios están a disposición, por razones de espacio no es posible consignar cada uno de ellos.

Se acuerda continuar con la investigación con situaciones de mayor exigencia en las condiciones de ventilación para contrastar los resultados y llegar a una conclusión final.

Bibliografía

Khaldi, R. Benamrouche, N. Bouheraoua M. (2012) "An Experimental Investigation of Heating in Induction Motors" World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Electrical and Computer Engineering Vol:6, No:6 disponible en <<https://publications.waset.org/13844/an-experimental-investigation-of-heating-in-induction-motors>>

Londoño-Parra, C. Ramírez Echevarría, J. (2013) Normas de Eficiencia Energética en motores de inducción. ¿Está Preparada Latinoamérica? publicación *TecnoLógicas* Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia, N°. 30, enero-junio 2013, 117-147, disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234332007>

Antal L., Antal M, (2009) Heating of the Induction Motor Rotor With Damaged Squirrel-Cage Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych vol 63 N°29 84-89 disponible en

http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPW9-0009-0009?q=bwmeta1.element.baztech-volume-0084-294X-prace_naukowe_instytutu_maszyn_napedow_i_pomiarow_elektrycznych_politechniki_wroclawskiej_studia_i_materiały-2009-vol_63_nr_29;8&qt=CHILDREN-STATELESS

Bioconstrucción, oportunidad para mitigar la crisis energética y el cambio climático

Bioconstruction, opportunity to mitigate the energy crisis and climate change

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Jorge Raúl Parente

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Delta
parentej@frd.utn.edu.ar

Antonio Mariano Moretti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Delta
morettia@frd.utn.edu.ar

Resumen

Actualmente vivimos una crisis ambiental sin precedentes con múltiples dimensiones, en la que las construcciones no son la excepción, sino más bien todo lo contrario. La producción de materiales, su transporte, su proceso de construcción, mantenimiento y su desecho una vez alcanzado el final de su vida útil, suponen impactos ambientales muy significativos. El presente trabajo pretende contribuir al cambio de paradigma y ver a la bioconstrucción como una respuesta concreta ante la crisis energética y la necesidad de mitigar el cambio climático. Se muestran diferentes construcciones en las que participamos, utilizando barro, paja, madera y residuos sólidos inertes. Los resultados permiten observar ventajas en las obras realizadas, resaltando los beneficios en cuanto a la disminución de impactos ambientales, a través de la adecuada elección de los materiales empleados. Se concluye que la bioconstrucción representa una oportunidad para enfrentar la crisis ambiental.

Palabras clave: Bioconstrucción, Materiales Sostenibles, Permacultura, Técnicas Constructivas

Abstract

We are currently experiencing an unprecedented environmental crisis with multiple dimensions, in which constructions are not the exception, but rather the opposite. The production of materials, their transportation, their construction process, maintenance and their disposal once the end of their useful life has been reached, have very significant environmental impacts. This paper aims to contribute to the paradigm shift and see bioconstruction as a concrete response to the energy crisis and the need to mitigate climate change. Different constructions in which we participate are shown, using mud, straw, wood and inert solid waste. The results allow us to observe advantages in the works carried out, highlighting the benefits in terms of reducing environmental impacts, through the proper choice of materials used. It is concluded that bioconstruction represents an opportunity to face the environmental crisis.

Keywords: Bioconstruction, Sustainable materials, Permaculture, Constructions techniques.

Introducción

El calentamiento global y la emergencia climática que estamos viviendo es un hecho que hoy en día es imposible negar, está alterando las economías nacionales y afectando a distintas vidas.

Las últimas tendencias globales en el consumo de energía y las emisiones de carbono relacionadas a su producción en el sector de los edificios y de la construcción son variadas, con aumentos en el uso de energía, pero con un crecimiento menor de las emisiones relacionadas con la producción de dicha energía.

La importancia del sector constructivo nos da idea de los esfuerzos que debemos llevar a cabo para conseguir avanzar hacia un modelo de construcción que no derroche energía, recursos naturales y, a su vez, no sobrecargue nuestros rellenos sanitarios con residuos de construcción y demolición, en definitiva un modelo de construcción sostenible.

El sector de la construcción es el que consume el 50 % de los recursos mundiales y la generación de energía y residuos de los edificios son los encargados de emitir más CO₂ a la atmósfera” (Clapers Vivares 2018).

En la actualidad, el uso masivo de materiales de carácter global como el cemento, el aluminio, el hormigón, el PVC, etc ha causado un incremento notable en los costos energéticos y ambientales.

El sector de los edificios y de la construcción tiene la mayor participación tanto en el uso de energía como de las emisiones asociadas a la producción de energía, incluso si se excluyera el uso de energía relacionada con el transporte de los materiales de construcción a los sitios de construcción.

Por otro lado, los ladrillos cerámicos convencionales son una fuente de contaminación debido no solo a los materiales que se necesitan para su producción sino por la energía que se requiere durante fabricación. “De los dos mil millones de toneladas de emisiones de CO₂ creadas cada año por la producción de cemento, la mitad provienen de combustibles fósiles quemados como fuente de energía para los hornos. La energía utilizada para hornear una tonelada de cemento podría abastecer a un hogar estadounidense promedio durante más de un mes” (Krieg, 2021).

La acción para detener el cambio climático implica actuar en el sector de la edificación implantando urgentemente principios de la construcción sostenible, entre los cuales está la implantación de nuevos materiales que no dañen al medio ambiente.

La bioconstrucción busca hoy en día establecer principios que generen una respuesta con vista en 12 de los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (ONU, 2015).

Con el paso del tiempo se ha observado que el consumo descontrolado de recursos naturales en la construcción tiene una gran repercusión en la crisis ambiental. Por este motivo, actualmente existe la necesidad de pensar en una arquitectura sostenible en los ámbitos social, económico y ambiental. Entre sus enunciados está la preferencia por insumos cuyo ciclo de vida represente un menor impacto al ambiente, es ahí donde se destacan los materiales naturales (Tamayo, 2011).

La energía “gris” o energía “embebida” en los materiales y productos para la construcción es el parámetro más utilizado para calcular las emisiones de CO₂ a la atmósfera, durante la extracción de materias primas, los procesos de transformación y el transporte de los materiales hasta su destino final de utilización. Consiste en medir la energía en unidades de julios, watts o BTU. La energía embebida de un edificio se calcula sumando toda la energía embebida de todos los materiales utilizados, más la energía utilizada durante la construcción. La energía embebida forma parte fundamental de la valoración del ciclo de vida.

Los polímeros (acrílicos, PVC, polipropileno, entre otros) son materiales con alta energía embebida, mientras que la piedra, la madera, la guadua y la tierra cruda (adobe, tapia pisada y bahareque) son los que tienen la menor energía embebida.

También es fundamental analizar el comportamiento de los materiales en el ciclo de vida: En la fase de extracción de los materiales, producción, transporte, puesta en obra y en la deconstrucción.

El análisis de las variables anteriores en todo el ciclo de vida del material nos puede determinar una serie de pautas a seguir para seleccionar los materiales más sostenibles. Son los materiales que: proceden de fuentes renovables y abundantes, no contaminan, consumen poca energía en su ciclo de vida, sean duraderos.

Dentro de los principios de la permacultura en el ámbito de la construcción están el uso de materiales naturales (como tierra, paja, cal, piedra, bambú) y la autoconstrucción de edificaciones, como una toma de poder de las personas sobre la construcción de sus hogares usando materiales y tecnología accesible (Holmgren, 2013).

La bioconstrucción implica una manera de construir de forma consciente y respetuosa con los seres vivos, considerando el cuidado del planeta en toda gestión, a decir: a) gestión del suelo, b) gestión del agua, c) gestión del aire, d) gestión de la energía, y e) consumo y desarrollo local (Caballero, 2006).

Desarrollo

El objetivo principal del presente trabajo es contribuir al cambio de paradigma y ver a la bioconstrucción como una respuesta concreta ante la crisis energética y la necesidad de mitigar el cambio climático.

La metodología surge de la experiencia transmitida en casos de bioconstrucción desarrollados en países como Chile, Bolivia, Perú y Argentina, implementados en proyectos sociales de menor escala, y auspiciados por diversas ONG (organismos no gubernamentales).

Para este trabajo, los materiales naturales son definidos como aquellos de origen natural, que no hayan pasado por procesos de industrialización o cuyo procesamiento haya sido realizado de modo artesanal o semiindustrial. Su disponibilidad y técnica de aplicación en las edificaciones varían dependiendo de la región geográfica y las condiciones del entorno.

Desde que fuimos avanzando con los conocimientos permaculturales en temas de bioconstrucción, hemos tenido la oportunidad luego, de dictar cursos y talleres en donde compartir los saberes aprendidos con los mejores facilitadores del planeta.

Tal es así, que paradójicamente, en cada curso dictado, siempre o bien el anfitrión o algún aprendiz, tenía al arte como filosofía de vida, por eso además de realizar las bioconstrucciones con todos los conocimientos técnicos pertinentes, se expresaron con arte ya sea sobre relieve o bajo relieve y colores en pinturas.

Esto nos hace ver la necesidad de un cambio de paradigmas desde la base conceptual que implique la comprensión de las ventajas del desarrollo de la bioconstrucción y con ello, expandir su práctica sobre todo en países de América Latina.

En el BioBio Chile 2013, en la Eco Escuela El Manzano, hemos realizado el revoque del salón de usos múltiples, con sus vidrios de colores que dejan pasar el arco iris, también hemos revocado los baños secos, donde abajo funcionan las duchas comunitarias. Se puede apreciar en la Fig.1, el salón de usos múltiples y el cernido de arcilla.



Figura 1: Pared interna del salón de usos múltiples y cernido de arcilla, en El Manzano BioBio, Chile 2013

En Samaipata, Santa Cruz, Bolivia 2014, en la quinta conciencia donde se realizó el 1er CIP, los materiales utilizados han sido naturales, por un lado la arcilla, junto con arena y rastrojo de paja, hemos realizado la separación de la pared de la ducha, y revoque de paredes de adobes y de ladrillo tradicional con cemento, y el método utilizado ha sido modelado directo, según se muestra en la Fig. 2.



Figura 2: Sala de títeres y revoque pared de ladrillo cocido, en Samaipata, Bolivia 2014

En Cochabamba,

Bolivia 2015, durante el 2do CIP los materiales utilizados han sido naturales, por un lado la arcilla, junto con arena y rastrojo de paja para la restauración del gallinero con el método de adobes y modelado directo, junto a revoque sobre relieve, pintado con pinturas hechas con flores trituradas, colores pálidos, y los mismos materiales más ramas y botellas de vidrio en la construcción del salón de títeres, en este caso los métodos utilizados han sido quincha y encofrado. En la Fig. 3, se muestra lo realizado.



Figura 3: Quincha y Sobre relieve en la restauración del Gallinero en Aldeas Infantiles Cochabamba, Bolivia 2015

En Lamay Cusco Perú en 2018 en la Paucartika, las tareas realizadas fueron la restauración de paredes que separan la zona habitada de la zona de actividades holísticas, y también aquí, la construcción de un horno de barro de alta eficiencia energética.

Se utilizaron pinturas naturales, vidrios rotos, cerámicos rotos, y la técnica utilizada ha sido modelado directo. Las construcciones se muestran en la Fig. 4.



Figura 4: Antes y después de la restauración de las paredes divisorias de la zona rural y zona holística, Cusco, Perú 2018

En 2020 en Campana, Buenos Aires, Argentina, se trabajó con una construcción híbrida (estructura tradicional de cemento y hierro) y paredes con bioconstrucción.

Allí pallets de madera, fueron colocados entre las columnas de cemento, dando estructura para utilizar la técnica de quincha y modelado directos. Se fueron levantando las paredes, colocando ecoladrillos, botellas de vidrio y en algunos lugares adobes. En la Fig.5, se pueden apreciar las imágenes.



Figura 5: Levantamiento de paredes con pallets, ecoladrillos, adobes, y Quinch y modelado directo, en Campana, Buenos Aires, Argentina 2020

Conclusiones

Para evitar que la producción de materiales afecte a los recursos naturales, es preciso continuar promoviendo las bioconstrucciones, y sustituir en la medida de lo posible, el uso de recursos naturales finitos por residuos generados en distintos procesos productivos, cerrando los ciclos de los productos, lo que supone apostar por la reutilización y reciclaje, minimizando el transporte de las materias primas.

Para ello, es fundamental lograr un cambio de paradigma en el concepto de consumismo, en búsqueda de que éste sea menos nocivo para el equilibrio ambiental y permita el sostenimiento de civilización y desarrollo humano.

Nuestro desafío es masificar la técnica de bioconstrucción, para que no se siga hablando de ella como algo extraño, sino que se vea como algo factible, seguro, que se puede utilizar también para casas con financiamiento público.

Que esto aún no haya ocurrido, está directamente relacionado con la falta de conocimiento sobre esta forma de construir, por ende, existen limitaciones para su desarrollo.

Muchas construcciones con tierra se desarrollan sin intervención de profesionales y varias de las soluciones obtenidas son un ejemplo y evidencian una excepcional adaptación al medio natural en que se desarrollan.

El reto está en formalizar estos conocimientos con la inclusión de la temática en los programas de cursos universitarios, continuar fomentando la investigación y educar a la población en general.

Es una oportunidad ante la crisis energética (para reducir las emisiones de carbono mediante el uso de materiales de construcción más ecológicos y mitigar el cambio climático) que deberíamos comenzar a considerar.

Referencias

- Caballero, I. (2006). Eco-habitar. Criterios de bioconstrucción. Recuperado: 18 de febrero 2022 de https://ecohabitar.org/_criterios_bioconstruccion/
- Clapers Vivares, Malena. 2018. "Un Nuevo Paradigma Para La Construcción Sostenible: La Economía Azul." <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/124118>.
- Holmgren, D. (2013). La esencia de la permacultura. Barcelona: Cambium permacultura. Recuperado de https://holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_ES.pdf
- Krieg, Ginger. 2021. "Biobased Building Blocks of the Future: A Talk with Biomason // Material ConneXion." Entrevista Realiza Por The Stacks, Material ConneXion. July 17, 2021. <https://materialconnexion.com/a-talk-with-biomason/>.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). Objetivos del desarrollo sostenible. Recuperado: 4 de enero 2021 de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollosostenible/>
- Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. Revista Nodo,6(11), 99-116.

Corrosión por picado de un grupo de materiales en agua del Río Chubut. Comparación con el comportamiento en agua de mar.

Pitting corrosion of a group of materials in the Chubut River water. Comparison with the behavior in seawater

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Ana Julia Lifschitz

UTN Facultad regional Chubut. Argentina.
anajulialif@gmail.com

Norma De Cristóforo

UTN Facultad Regional Chubut. Argentina.
normadecristofaro@yahoo.it

Resumen

Los dispositivos instalados en el océano están sujetos a un ambiente hostil donde corrosión, cavitación y corrosión-erosión constituyen problemas corrientes que requieren mantenimiento preventivo. El objetivo del presente trabajo fue establecer consideraciones relativas a alcances y límites en la utilización de algunos materiales que se suelen emplear con frecuencia en ambiente marino. A tal fin, se estudió el comportamiento a la corrosión por picado de dos aceros inoxidables convencionales tipo AISI 304 y AISI 430, aluminio y aluminio anodizado mediante el empleo de técnicas electroquímicas (curvas de polarización). Se utilizaron dos electrolitos: agua de mar y agua de la desembocadura del río Chubut. Las pruebas electroquímicas han evidenciado que el material menos resistente a la corrosión localizada fue el aluminio y el más resistente fue el aluminio anodizado. Un comportamiento intermedio fue presentado por los aceros AISI 304 y AISI 430, resultado a subrayar ya que es frecuente asignar a estos materiales inmunidad a la corrosión en ambiente marino.

Palabras clave: aceros inoxidables, aluminio, aluminio anodizado, corrosión por picado, ambiente marino.

Abstract

Devices installed in the ocean are subject to a harsh environment where corrosion, cavitation and corrosion-erosion are common problems requiring preventative maintenance. The objective of the present work was to establish considerations related to the scope and limits in the use of some materials that are frequently used in the marine environment. To this objective, the pitting corrosion behavior of two conventional stainless steels such as AISI 304 and AISI 430, aluminum and anodized aluminum was studied using electrochemical techniques (polarization curves) in the laboratory. Two electrolytes were used: sea water and water from the mouth of the Chubut River. Electrochemical tests have shown that the least resistant material to localized corrosion was aluminum and the most resistant was anodized aluminum. An intermediate behavior was presented by the AISI 304 and AISI 430 steels, a result to underline since it is common to assign these materials immunity to corrosion in the marine environment.

Keywords: stainless steels, aluminum, anodized aluminum, pitting corrosion, marine environment.

Introducción

Los dispositivos instalados en el océano están sujetos a un ambiente hostil donde corrosión, cavitación, corrosión-erosión y fenómenos de ensuciamiento biológico constituyen problemas corrientes que requieren mantenimiento preventivo. En particular, la corrosión localizada es la principal causa de fallas en materiales metálicos utilizados en una amplia variedad de aplicaciones. Más grave aún es que, en la mayoría de los casos, el daño causado por este tipo de corrosión no es previsible ni visible en las primeras etapas. El material de construcción de una estructura metálica que opera en el mar debe poseer alta resistencia a la corrosión o debe ser preventivamente protegido con algún tipo de tratamiento superficial, realizado mediante pinturas anticorrosivas y anti vegetativas, o utilizando revestimientos plásticos, metálicos resistentes o cerámicos. Frecuentemente se recurre también a la protección eléctrica, que necesita mantenimiento y gestión (Lazzari y Pedferri, 2000). La búsqueda de soluciones más confiables y, sobre todo, más económicas es aún hoy un problema abierto.

La resistencia a la corrosión de la mayoría de los materiales depende de la película constituida fundamentalmente por óxidos e hidróxidos y que estos desarrollan en contacto con el aire inmediatamente después del proceso de fabricación industrial (De Cristóforo y Menegali, 2000), fenómeno denominado pasivación. Por ejemplo, en el caso de los aceros inoxidables estas películas están constituidas por óxidos e hidróxidos de hierro y cromo con diferentes grados de hidratación (De Cristóforo, *et al.*, 1999). Las características protectoras de estas películas dependen de la composición química del material y especialmente de su contenido en cromo (De Cristóforo, *et al.* 1997). Otros elementos de aleación como el molibdeno y níquel contribuyen a este fenómeno. (Baulange-Peterman, *et al.*, 2002). Sin embargo, bajo determinadas circunstancias, por acción química y/o mecánica, esta película pasiva puede perder localmente sus características protectoras y originar procesos de corrosión localizada, (Baulange-Peterman *et al.*, 2002; Szklarska – Smialoska, 1976; Sedriks, 1979).

Es frecuente asignar a los aceros inoxidables convencionales, bajo muchas circunstancias, inmunidad a la corrosión en ambiente marino, situación ésta que bajo ciertas condiciones no logran cumplir. Por otro lado, también se suele asignar al aluminio la misma característica de inmunidad cuando este presenta corrosión localizada por picado en la mayoría de los ambientes marinos en donde fue empleado. El objetivo del presente trabajo fue establecer consideraciones relativas a alcances y límites en la utilización de algunos materiales que se suelen emplear con frecuencia en ambiente marino. A tal fin el comportamiento a la corrosión de dichos materiales se estudió mediante el empleo de técnicas electroquímicas (curvas de polarización).

Desarrollo

Materiales

Se emplearon los aceros inoxidables AISI 430 y AISI 304, aluminio y aluminio anodizado. Las tablas 1 y 2 muestran la composición química de estos materiales expresada en porcentaje en peso. El aluminio anodizado utilizado fue realizado industrialmente por vía electrolítica en un baño de ácido sulfúrico, proceso por el cual desarrolla una pátina resistente a la corrosión. Para realizar las mediciones del espesor de la pátina del aluminio anodizado utilizado, las probetas se prepararon, montaron y pulieron de acuerdo con la Norma UNI EN ISO 1463 (2021). El espesor cubierto de dicha patina presentó un valor promedio de 9.4 micrones y desvió estándar 0.3 micrones.

Tabla 1. Composición química de los aceros seleccionados expresada en porcentaje en peso.

Designación del acero	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	C (%)	S (%)	Mn (%)	Pb (%)	N (%)
AISI 430 (EN1.4016)	16.22	0.013	0.175	0.045	0.001	0.287	0.022	0.009
AISI 304 (EN1.4301)	18.29	0.296	8.14	0.05	0.005	1.628	0.03	0.013

Tabla 2. Composición química del aluminio expresada en porcentaje en peso.

Elemento	(%)
Si	0.0728
Fe	0.3167
Cu	0.0281
Mn	0.0025
Mg	0.0047
Zn	0.0035
Ti	0.0291
Cr	0.0014
Ni	0.0028
Pb	0.001
Sn	0.0004
Na	0.0011

Métodos

Las pruebas fueron efectuadas para determinar la resistencia a la corrosión localizada por picado, en agua de mar y del río Chubut, en condiciones aireadas, desairadas, a la temperatura de 23 °C y 7 °C.

La metodología aplicada fue el análisis de la relación entre corriente y potencial (curvas de polarización) en la interface metal / solución de una 'celda' electroquímica, formada por el electrodo de trabajo (el metal en sí), el electrodo de referencia, un electrodo auxiliar (contra electrodo) y el ambiente. Esta técnica consiste en la aplicación de un voltaje para polarizar la celda en sentido anódico o catódico. Esta polarización induce una respuesta en forma de corriente eléctrica. Las curvas de polarización muestran la interdependencia entre el potencial de electrodo y la intensidad de corriente (relaciones i vs. E). Las curvas pueden determinarse aplicando un potencial constante y determinando la forma en que varía la corriente. Los parámetros que definen el estado de la interface, como temperatura, presión, concentración y área superficial, se mantienen constantes y la información se obtiene midiendo la corriente en función del potencial aplicado. Las pruebas se llevaron a cabo mediante el uso de un Potenciostato-Galvanostato TEQ_4_500mA. (<http://www.nanoteq.com.ar>), conectado a la celda electroquímica compuesta por tres electrodos: el electrodo de trabajo, un contra electrodo de platino (Pt), y un electrodo de referencia de Ag/AgCl, con solución de KCl (3 mol/L), e interconectado a una Notebook que, a través de un específico software, ha permitido el registro y tratamiento de los datos obtenidos, figura 1.

El potencial de corrosión libre o potencial de circuito abierto (OCP) se midió con respecto al electrodo de referencia, por 90 s antes de la realización de cada curva de polarización. Las muestras se sometieron a polarización anódica potenciodinámica, a una única velocidad de exploración, igual a 1 mV/s. Se realizaron al menos 10 mediciones para cada material en diferentes condiciones de trabajo. Se utilizaron como electrolitos agua del Golfo Nuevo filtrada y tratada con luz ultravioleta (salinidad 35 ‰) y agua tomada de la desembocadura del Río Chubut, zona del puerto de Rawson (salinidad 30 ‰). Para contemplar las diversas condiciones ambientales a que son sometidos los materiales, los estudios se realizaron a temperatura ambiente y a una temperatura representativa del agua de mar durante los meses de otoño-invierno (7 °C). Además, se estudió el comportamiento de los materiales en presencia y en ausencia de oxígeno, simulando la situación de materiales expuestos a profundidades en el cuerpo de agua, donde el contenido de oxígeno es bajo. Para lo cual, se adquirió e instaló un sistema de suministro de gas nitrógeno. Todos los ensayos en laboratorio se realizaron sin agitación del electrolito.



Figura 1. Laboratorio UTN FRCH: Potenciostato y celda electroquímica integrada por un electrodo de referencia de Ag/AgCl, y un contraelectrodo de Pt, utilizados en las medidas de resistencia a la corrosión de los materiales de estudio (electrodo de trabajo).

Resultados

Aluminio

El material mostró corrosión por picado a circuito abierto, sin aplicación de potencial o corriente eléctrica, en los dos electrolitos utilizados. Valores de potencial más negativos se observaron para el material en agua de mar con respecto al material en agua de río en todas las condiciones estudiadas., $E_p(\text{mar}) = -0.640 \text{ V}$, $E_p(\text{río}) = -0.545 \text{ V}$. En el caso de las mediciones a baja temperatura (7°), el potencial de picado fue levemente más negativo que en agua de río, con valores de -1.098 V y -1.015 V respectivamente.

Aluminio anodizado

Este material no manifestó corrosión por picado en ninguna de las pruebas de laboratorio. La figura 2 muestra las curvas de polarización del material en agua de mar a temperatura ambiente y a 7°C , en ausencia y presencia de oxígeno

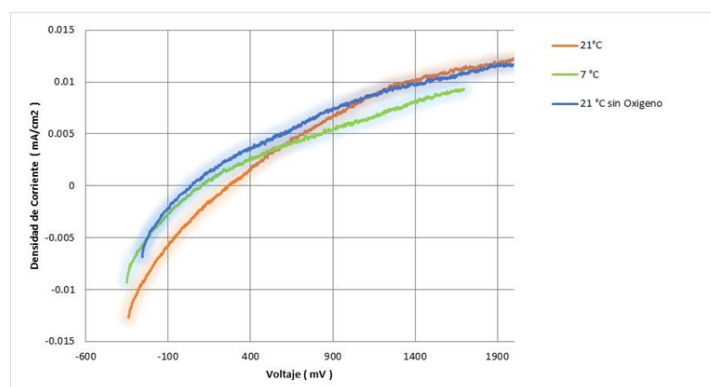


Figura 2. Curvas de polarización para aluminio anodizado en diferentes condiciones experimentales en agua de mar. a temperatura 20°C y sin agitación del electrolito, velocidad de barrido 1 mV/s .

Aceros inoxidables

La figura 3 presenta una típica curva de polarización para aceros inoxidables AISI 304 y 430. La rotura de la pasividad por formación de picaduras se visualiza por una brusca subida de la corriente eléctrica, producto de la disolución del material en la picadura. El valor de potencial caracterizado por el brusco incremento de la corriente es considerado el potencial de picado.

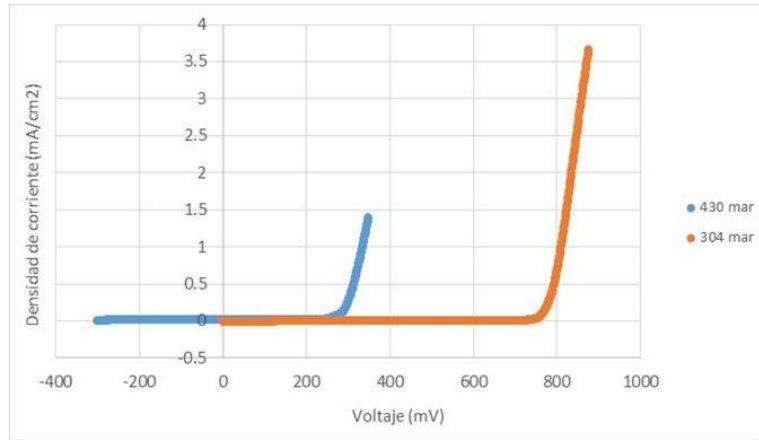


Figura 3. Curvas de polarización del acero inoxidable AISI 304 y AISI 430 en agua de mar (35 %), a temperatura 20°C y sin agitación del electrolito. Velocidad de barrido de 1 mV/s.

En la figura 4 se presenta el potencial de picado de los aceros inoxidables estudiados en ambos electrolitos y para las temperaturas ambiente y 7°C. Ambos aceros presentaron corrosión por picado en todas las condiciones ambientales examinadas. El potencial de picado para los dos aceros estudiados en agua de mar (salinidad 35 %), fue inferior que en agua tomada en la desembocadura del río (salinidad 30 %) debido a una mayor conductividad del primer electrolito. En todas las condiciones de trabajo, el potencial de picado del acero inoxidable AISI 304 fue mayor al potencial del AISI 430 debido a su mayor resistencia a la corrosión por picado, determinada principalmente por la presencia de níquel en la aleación. Este comportamiento fue también observado en las mediciones a baja temperatura (7°C).

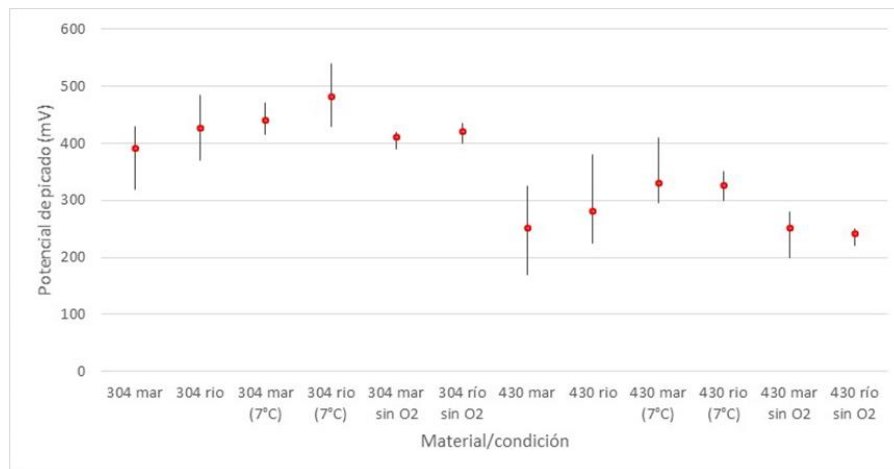


Figura 4. Resultados obtenidos de las curvas de polarización potenciodinámica realizadas. Velocidad de barrido 1 mV/s.

Conclusiones

Se estudió el comportamiento a la corrosión por picado de diferentes materiales, en agua del río Chubut y en agua de mar, y se realizó una comparación de su resistencia a la corrosión. Para tal fin, se seleccionaron y caracterizaron dos aceros inoxidables convencionales tipo AISI 304 y AISI 430, aluminio y aluminio anodizado. Las pruebas realizadas indicaron que el aluminio presentó corrosión por picado a circuito abierto. Por el contrario, el aluminio anodizado no sufrió corrosión alguna. A su vez, los dos aceros inoxidables examinados sufrieron la formación de picaduras. El potencial de picado en el

agua del río Chubut resultó levemente superior al obtenido para el agua de mar, de acuerdo con la mayor salinidad de esta última. El potencial de picado del acero AISI 430 resultó inferior, en los dos casos estudiados, con respecto al acero AISI 304, revelando una menor resistencia a la corrosión localizada. Los resultados obtenidos han evidenciado que el material menos resistente a la corrosión localizada fue el aluminio y el más resistente el aluminio anodizado. Un comportamiento intermedio fue presentado por los aceros AISI 304 y AISI 430, resultado a subrayar ya que es frecuente asignar a estos materiales inmunidad a la corrosión en ambiente marino.

Referencias

- Baulange-Petermann L y De Cristóforo N., et al. (2002). "Improvement of the cleanability and disinfection of stainless steel surfaces for the food industry (dairy and meat)". Technical Steels Research Series. EUR 20476 EN (2002).
- De Cristóforo N., Piantini M., Zacchetti N., (1997). "The influence of temperature on the passivation behaviour of a super duplexstainless steel in a boric –borate buffer solution". Corrosion Science. 12, (1997).
- De Cristóforo N., Piantini M., Zacchetti N., (1999), "Effect of surface finish on the passivity and passivity breakdown of austenitic AISI 304 stainless steel". Proceedings of the International Stainless Steels '99- Chia Laguna, Sardinia, 6-9 junio (1999).
- De Cristóforo N. y Menegali D., (2000). "Effetto del trattamento di finitura superficiale sul comportamento attivo-passivo dell'acciaio inossidabile AISI 304" (2000). AIMAT, Spoleto, 17-21 Julio (2000).
- Lazzari L y, Pedefferri P., (2000). "Protezione Catodica", McGraw Hill, Milano.
- Sedriks J., (1979). "Corrosion of Stainless Steels". Wiley and Sons, New York.
- Szlarska –Smialowska Z., (1976). "Pitting Corrosion of Metals", NACE. Houston (1976).

Corrosión por picado de un grupo de materiales expuestos en el ambiente marino de la ciudad de Puerto Madryn

Pitting corrosion of a group of materials exposed in the marine environment of Puerto Madryn city

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Tania Flores

UTN Facultad Regional Chubut. Argentina.
tania81196@gmail.com

Agustín Terceros

UTN Facultad Regional Chubut). Argentina.
agustinterceros@gmail.com

Ana Julia Lifschitz

UTN Facultad Regional Chubut). Argentina.
anajulialif@gmail.com

Norma De Cristóforo

UTN Facultad Regional Chubut). Argentina.
normadecristofaro@yahoo.it

Resumen

El ambiente marino es uno de los ambientes naturales más agresivos. En particular, la corrosión localizada es la principal causa de fallas en materiales metálicos utilizados en una amplia variedad de aplicaciones. El deterioro de los materiales por corrosión reviste, además, un grado sumamente complejo ocasionado por la heterogeneidad ambiental. El objetivo del presente trabajo fue establecer algunas consideraciones sobre alcances y límites del empleo de ciertos materiales expuestos en ambiente marino. Para ello se expusieron probetas de aluminio, aluminio anodizado y dos aceros inoxidable convencionales (AISI 304 y AISI 430), en el muelle de Puerto Madryn en zona atmosférica e intermareal. Los resultados indicaron que tanto el aluminio como los aceros inoxidable sufrieron un importante ataque por picado en ambas zonas. El aluminio anodizado no sufrió corrosión por picado, en superficies libres de depósitos superficiales evidenciando en cambio ataque por corrosión bajo depósitos biológicos en la zona intermareal. En la zona atmosférica, el aluminio anodizado presentó corrosión localizada por picado en sitios de la superficie metálica donde se detectó la presencia de incrustaciones abrasivas de arena.

Palabras clave: aluminio, aluminio anodizado, aceros inoxidable, ambiente marino, corrosión por picado.

Abstract

The marine environment is one of the most aggressive natural environments. In particular, localized corrosion is the main cause of failure in metallic materials used in a wide variety of applications. The deterioration of materials due to corrosion also takes on a highly complex degree caused by environmental heterogeneity. The objective of this work was to establish some considerations on the scope and limits of the use of certain materials exposed in the marine environment. To this end, specimens of aluminum, anodized aluminum and two conventional stainless steels (AISI 304 and AISI 430) were exposed on the Puerto Madryn pier in the atmospheric and intertidal zone. The results indicated that both aluminum and stainless steels suffered significant pitting attack in both zones. Anodized aluminum did not suffer pitting corrosion on surfaces free of surface deposits, showing instead corrosion attack under biological deposits in the intertidal zone. In the atmospheric zone, the anodized aluminum

presented localized pitting corrosion in places on the metal surface where the presence of abrasive sand incrustations was detected.

Keywords: aluminum, anodized aluminum, stainless steels, marine environment, pitting corrosion

Introducción

El ambiente marino es uno de los ambientes más agresivos desde el punto de vista de la corrosión en la naturaleza, y los dispositivos instalados en el océano están sujetos a este ambiente hostil. En particular, la corrosión localizada es la principal causa de fallas en materiales metálicos utilizados en una amplia variedad de aplicaciones. Los dispositivos y estructuras metálicos deben poseer alta resistencia a la corrosión o deben ser protegidos con pinturas, revestimientos plásticos, metálicos resistentes o cerámicos o con protección eléctrica, pero esta necesita mantenimiento continuo (Lazzari y Pedferri, 2000). El deterioro de los materiales por corrosión, en ambiente marino, reviste, además, un grado sumamente complejo ocasionado por la heterogeneidad ambiental. La parte de las estructuras en contacto con la atmósfera está sujeta a salpicaduras, a la acción del viento, de la lluvia y la irradiación solar. La zona de salpicaduras es rica en oxígeno. En esta área, además, existen efectos abrasivos como consecuencia del movimiento de las olas, partículas u otros objetos flotantes. Es el lugar donde se presentan altas velocidades de corrosión. Las estructuras fijas que se encuentren en la zona intermareal estarán en contacto con agua en constante movimiento determinado por olas y corrientes. En la mayor parte de las estructuras se observa un incremento brusco de la velocidad de corrosión debido a la formación de celdas de aireación diferencial. En la zona que permanece sumergida la corrosión dependerá fundamentalmente del nivel de oxígeno presente, el cual disminuye con la profundidad. Esta diferencia unida a un ambiente altamente conductor, con diversas situaciones de turbulencia y variaciones térmicas, determinan que este sea uno de los ambientes naturales más corrosivos (Galvele y Duffó, 2006). Los materiales constituyen un cuello de botella para el desarrollo: el deterioro de los materiales por procesos de corrosión, en estructuras marinas, constituye, además, un problema tecnológico de notable impacto económico. La resistencia a la corrosión de la mayoría de los materiales depende de una película protectora (constituida fundamentalmente por óxidos e hidróxidos) que se desarrolla en contacto con el aire inmediatamente después del proceso de fabricación industrial (De Cristóforo y Menegali, 2000), fenómeno denominado pasivación. Pero a veces por acción química y/o mecánica esta película puede romperse y el material pierde su protección, dando lugar a procesos de corrosión localizada, (Baulange-Peterman *et al.*, 2002; Szklarska – Smialoska, 1976; Sedriks, 1979). El objetivo del presente trabajo fue establecer algunas consideraciones sobre alcances y límites del empleo de ciertos materiales expuestos en ambiente marino.

Desarrollo

Materiales

Se emplearon los aceros inoxidable AISI 430 y AISI 304, aluminio y aluminio anodizado. Las tablas 1 y 2 muestran la composición química de estos materiales expresada en porcentaje en peso. El aluminio anodizado utilizado fue realizado industrialmente por vía electrolítica en un baño de ácido sulfúrico, proceso por el cual desarrolla una pátina resistente a la corrosión. Para realizar las mediciones del espesor de la pátina del aluminio anodizado utilizado, las probetas se prepararon, montaron y pulieron de acuerdo con la Norma UNI EN ISO 1463 (2021). El espesor cubierto de dicha patina presentó un valor promedio de 9.4 micrones y desvió estándar 0.3 micrones.

Tabla 1. Composición química de los aceros seleccionados expresada en porcentaje en peso.

Designación del acero	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	C (%)	S (%)	Mn (%)	Pb (%)	N (%)
AISI 430 (EN1.4016)	16.22	0.013	0.175	0.045	0.001	0.287	0.022	0.009
AISI 304 (EN1.4301)	18.29	0.296	8.14	0.05	0.005	1.628	0.03	0.013

Tabla 2. Composición química del aluminio expresada en porcentaje en peso.

Elemento	(%)
Si	0.0728
Fe	0.3167
Cu	0.0281
Mn	0.0025
Mg	0.0047
Zn	0.0035
Ti	0.0291
Cr	0.0014
Ni	0.0028
Pb	0.001
Sn	0.0004
Na	0.0011

Métodos.

El comportamiento a la corrosión de los materiales seleccionados fue estudiado en campo, mediante exposición "in situ" de probetas en el muelle Piedra Buena de la ciudad de Puerto Madryn (Chubut), figura 1, completadas con estudios de microscopía electrónica de barrido (SEM). Las pruebas de exposición se realizaron de acuerdo a lo especificado en la normativa ASTM G52 (2011, Standard Practice for exposing and evaluating metals and alloys in surface seawater). Se utilizaron probetas de 100 x 150 mm siguiendo la recomendación de la norma citada. Las Figuras 2 muestra los racks instalados en el muelle en la zona atmosférica e intermareal, respectivamente. Las probetas fueron montadas al rack soportadas por aislantes a fin de evitar contacto eléctrico probeta - rack. El periodo de exposición de las probetas en la zona atmosférica fue de mayo 2018 a junio 2019, y en la zona intermareal de marzo del año 2021 a junio del año 2022. Durante el periodo de exposición las probetas fueron controladas cada mes. Para evitar roturas del sistema de sujeción de las probetas, tornillos y agarraderas fueron sustituidos durante los controles.

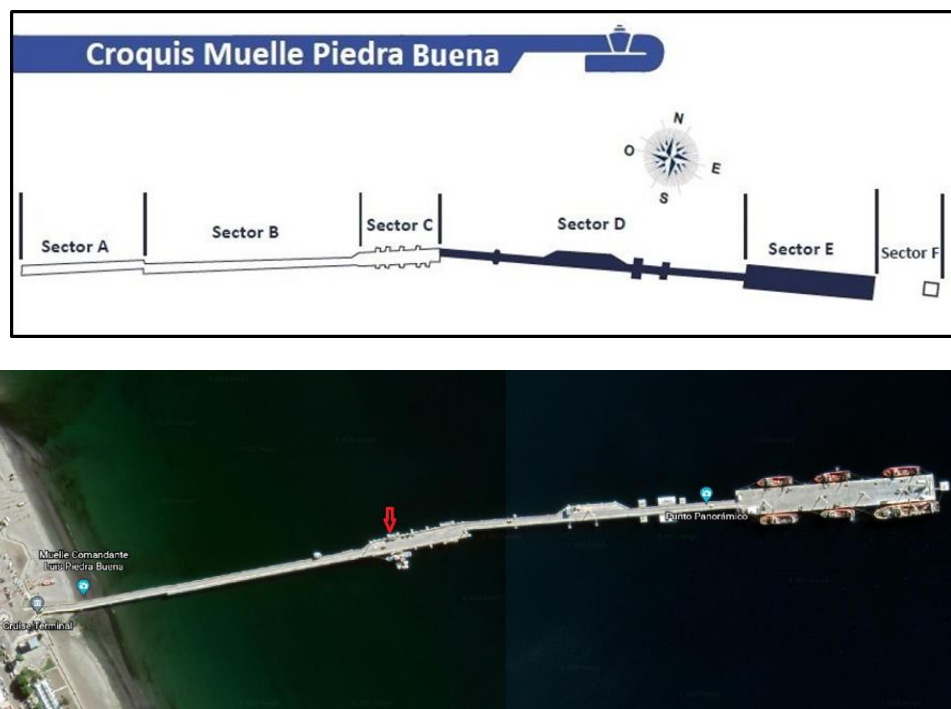


Figura 1 Muelle Luis Piedra Buena de la ciudad de Puerto Madryn. La flecha indica el sector (C), donde se colocaron las probetas de estudio.



Figura 2. Probetas de corrosión expuestas en el muelle Luis Piedra Buena, zona atmosférica (izquierda-centro), mayo 2018-junio 2019, zona intermareal (derecha), marzo 2021-junio 2022.

Resultados

Zona atmosférica

Todos los materiales expuestos en esta zona presentaron corrosión localizada por picado menos el aluminio anodizado, a excepción de una zona donde se observó un inicio de un proceso de corrosión por incrustaciones abrasivas de arena. Las figuras 3-5 muestra el aspecto superficial de las probetas expuestas en la zona.



Figura 3. Aspecto superficial de las probetas después de la exposición en atmosfera marina, de izquierda a derecha: aleación de aluminio, AISI 304 y AISI 430.

Observaciones SEM.

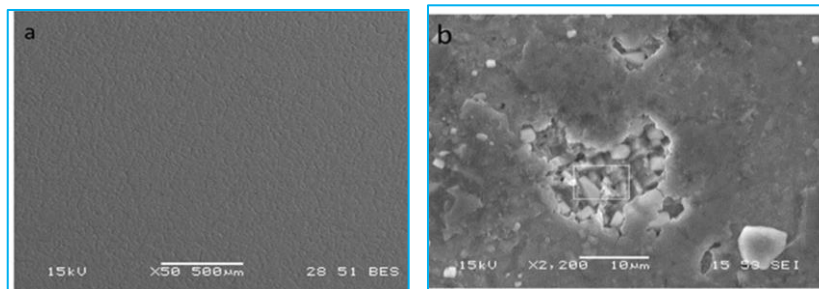


Figura 4. Aspecto superficial des las probetas de aluminio anodizado (izquierda) y aluminio (derecha) expuestas en la zona atmosférica marina en el muelle Luis Piedra Buena, Puerto Madryn, Chubut.

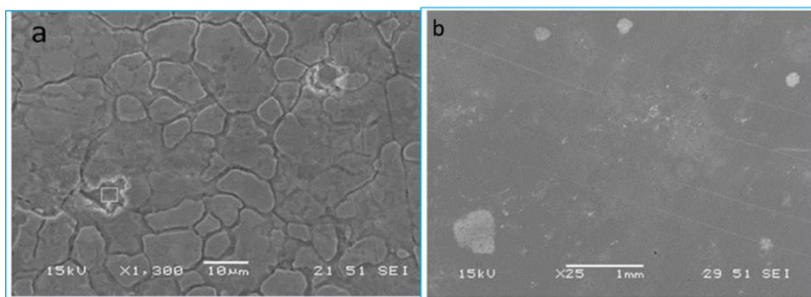


Figura 5. Aspecto superficial de las probetas de acero inoxidable AISI 304 (izquierda), AISI 430 (derecha) expuestas en la zona atmosférica marina en el muelle Luis Piedra Buena, Puerto Madryn, Chubut.

Zona intermareal

El aluminio y ambos aceros en esta zona sufrieron un fuerte ataque de corrosión por picado, distribuido en toda la superficie de las probetas. Las probetas de aluminio anodizado solo presentaron corrosión localizada bajo los depósitos de origen biológico y en ausencia de los mismos, no se observó ataque por corrosión. Figuras 6-9

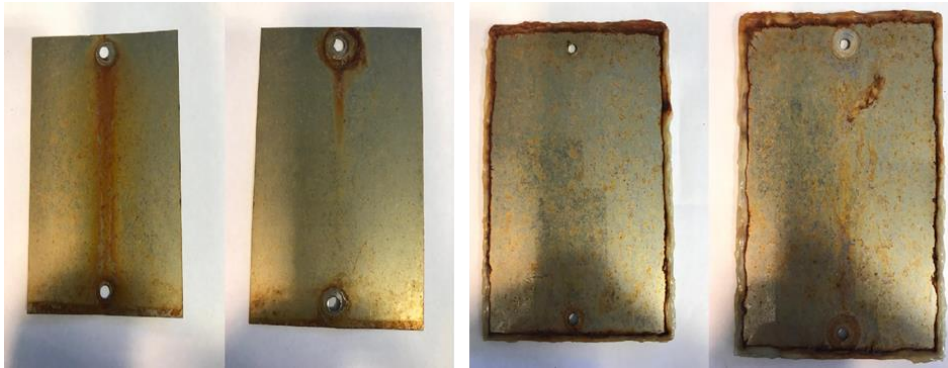


Figura 6. Imagen frontal y posterior de las probetas de acero inoxidable AISI 304 (izquierda) y AISI 430 (derecha), expuesta a zona intermareal



Figura 7. Probetas de aluminio (izquierda) y aluminio anodizado (derecha) expuestas en zona intermareal

Observaciones SEM.

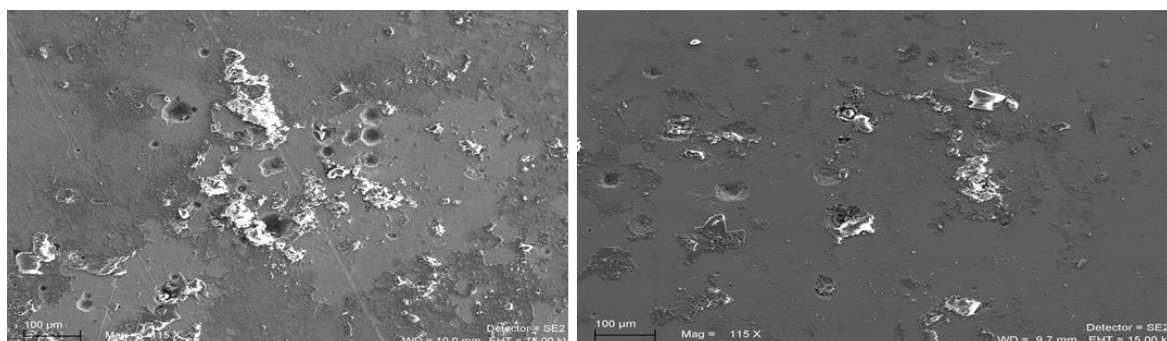


Figura 8. Aspecto superficial de las probetas, acero AISI 304 (izquierda) y AISI 430 (derecha) observadas por microscopía electrónica (SEM)

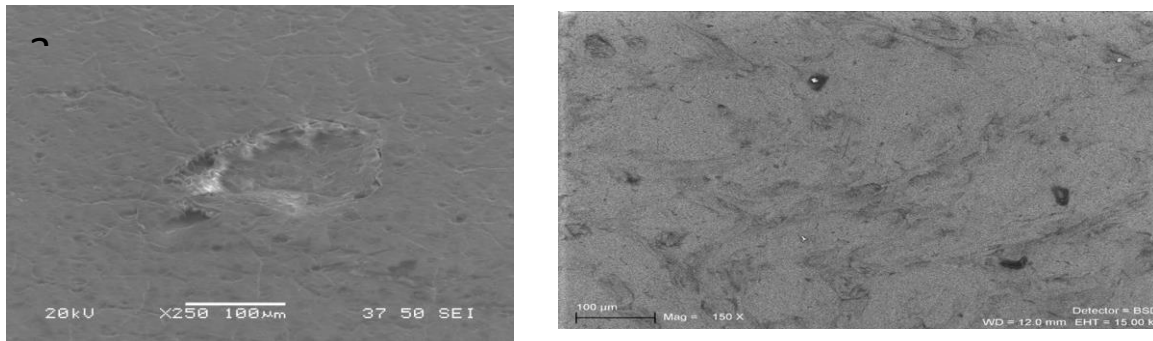


Figura 9. Aspecto superficial de las probetas, aluminio anodizado (izquierda) y aluminio (derecha) observadas por microscopía electrónica (SEM)

Conclusiones

Se presentó un estudio comparativo de resistencia a la corrosión en un grupo de materiales: aluminio, aluminio anodizado, y dos aceros inoxidable convencionales AISI 304 y AISI 430. Se colocaron probetas de dichos materiales en exposición durante un año en ambiente marino: zona atmosférica y zona intermareal del muelle Piedra Buena de Puerto Madryn. Los resultados indicaron que tanto el aluminio como los aceros sufrieron un fuerte ataque de corrosión por picado en ambas zonas. El aluminio anodizado no sufrió corrosión por picado, en superficies libres de depósitos superficiales evidenciando en cambio ataque por corrosión bajo depósitos biológicos en la zona intermareal. En la zona atmosférica, el aluminio anodizado presentó corrosión localizada por picado en sitios de la superficie metálica donde se detectó la presencia de incrustaciones abrasivas de arena. El material menos resistente a la corrosión localizada fue el aluminio y el más resistente fue el aluminio anodizado. Ambos aceros inoxidable AISI 304 y AISI 430, mostraron ataque por picado en un grado intermedio. Estos resultados indican que estos materiales no podrían usarse en componentes críticos, que operen en agua de mar, donde una perforación por un proceso de corrosión por picado constituye una temática de seguridad, ya sea en las operaciones como en el personal involucrado en estas.

Referencias

- Baulange-Petermann L. y De Cristóforo N., *et al.* (2002). "Improvement of the cleanability and disinfection of stainless steel surfaces for the food industry (dairy and meat)". Technical Steels Research Series. EUR 20476 EN (2002).
- De Cristóforo N. y Menegali D., (2000). "Effetto del trattamento di finitura superficiale sul comportamento attivo-passivo dell'acciaio inossidabile AISI 304" (2000). AIMAT, Spoleto, 17-21 Julio (2000).
- Lazzari L, y Pedefferri P., (2000). "Protezione Catodica", McGraw Hill, Milano.
- Galvele, J. R y Duffó G. S, (2006). "Degradación de Materiales–Corrosión". Monografía Tecnológica No. 3. Instituto Sábató. Universidad Nacional de San Martín. Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires (2006).
- Sedriks J., (1979). "Corrosion of Stainless Steels". Wiley and Sons, New York.
- Szlarska –Smialowska Z., (1976). "Pitting Corrosion of Metals", NACE, Houston (1976).

Diseño preliminar de un plan de acción de transición ecosocial para una localidad de la Región Centro de Argentina

Preliminary design of an ecosocial transition action plan for a town in the Central Area of Argentina

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Erika A. Comar

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación Argentina, Argentina
eacomar@ambiente.gob.ar

Mariángeles V. Montero

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación Argentina, Argentina
mmontero@ambiente.gob.ar

Sebastián García Maciel

Centro de Altos Estudios en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Abierta Interamericana, Argentina
sebastian.garciamaciel@alumnos.uai.edu.ar

Lisandro A. Cohendoz

Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
lisandrocohendoz@gmail.com

Diego M. Ferreyra

Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo, se presenta una síntesis del análisis realizado sobre una localidad de la Región Centro de Argentina con el fin de proponer la implementación de una comunidad energética integral que permita resolver las problemáticas más relevantes para los habitantes. Luego de caracterizar a la localidad, se identificaron los problemas más sensibles, así como los retos y las oportunidades en relación con ellos. Una vez priorizados los objetivos generales en ejes específicos de la agenda urbana, se realizaron propuestas concretas con objetivos específicos a corto, mediano y largo plazo. Finalmente, se enumeraron los impactos esperados, que dependen de la implementación de un proceso participativo entre los habitantes.

Palabras clave: energías renovables, soluciones urbanísticas, agenda urbana, transición ecosocial, comunidades energéticas

Abstract

In this work, a summarized version is presented for an analysis conducted on a town in the Central Area or Argentina in order to propose the implementation of an integral energy community aimed at solving the most relevant difficulties for the inhabitants. After characterizing the town, the most delicate problems were identified, as well as the challenges and opportunities associated with them. Once the general objectives were prioritized following specific urban agenda axes, definite proposals were made, including short-, medium- and long-term specific objectives. Finally, the expected impacts were listed, which depend on the implementation of a participatory process among the inhabitants.

Keywords: renewable energies, urban solutions, urban agenda, ecosocial transition, energy communities

Introducción

Este trabajo se basa en una versión avanzada de un proyecto desarrollado en el marco del Curso de Posgrado Internacional “Energía sostenible y soluciones urbanísticas para las ciudades resilientes e inteligentes del futuro”, a cargo de la Universidad de Sevilla y organizado en 2022 por el Ministerio de Educación de Argentina. Consistió en la elección de una localidad de Argentina para diseñar la implementación de una comunidad energética integral, con soluciones técnicas propuestas que deban trabajarse luego en un proceso participativo abierto. La localidad seleccionada fue Oro Verde, de la provincia de Entre Ríos.

Para diseñar este proceso participativo, se relevaron los actores relevantes de la comunidad y la conformación de diversos grupos motores, integrados por referentes técnicos y por habitantes interesados, a fin de que luego ejecuten el plan de acción necesario para la implementación de la comunidad energética prevista.

El estudio aquí presentado incluye la elaboración de diagnósticos sobre algunas problemáticas de la localidad y el diseño de diversas líneas de acción tendientes a resolverlas. Esto se basa en la información sistematizada con herramientas específicas que tiendan a fomentar la participación de los grupos sociales que integran la comunidad. En síntesis, el objetivo es dar solución a las necesidades más sentidas de los habitantes a través de la planificación, el diseño y la implementación de un modelo de movilidad urbana sostenible y de energía circular.

Desarrollo

Para implementar una comunidad energética integral en Oro Verde, se propone diseñar un proceso participativo en cinco fases (iterativas) a fin de identificar problemas, retos y oportunidades disponibles:

- Fase 1: conocimiento de la realidad
- Fase 2: análisis participativo, análisis colectivo de la realidad
- Fase 3: planificación participativa, generación de propuestas
- Fase 4: desarrollo de acciones
- Fase 5: evaluación de impacto de las medidas ejecutadas

A continuación, se presenta una síntesis de algunas de las etapas relevantes de dichas fases:

Caracterización de Oro Verde

En la Fig. 1, se muestra la ubicación geográfica de la localidad seleccionada para el presente estudio.

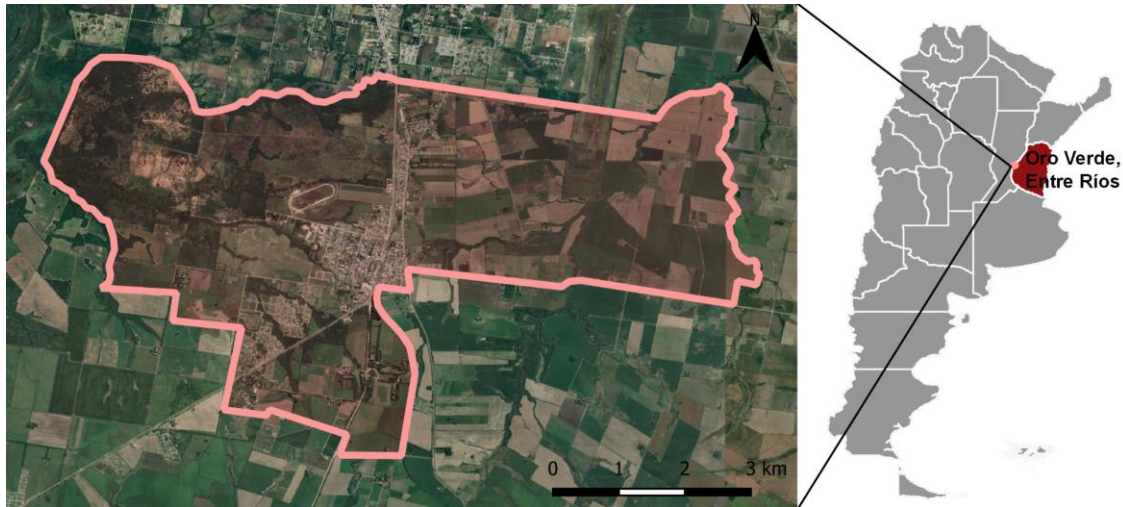


Figura 1. Ubicación y disposición de Oro Verde (elaboración propia a base de Google Maps).

Las siguientes son algunas características relevantes de Oro Verde:

- Se encuentra 10 km al sur de Paraná (capital de Entre Ríos).
- De los 41,4 km² que ocupa su mancha urbana, un 14 % es de planta urbana.
- Su población urbana es de 5192 habitantes, incluyendo 1398 estudiantes de nivel terciario o universitario.
- De los habitantes, un 50,2 % son asalariados; un 36,9 %, cuentapropistas; y un 11,6 %, empleadores.

Definición de los problemas socialmente más sensibles: retos y oportunidades

En la Fig. 2, se muestran la matriz diana y el sociograma aplicables a Oro Verde, construidos a partir de la identificación de los actores principales de la comunidad y sus interrelaciones:

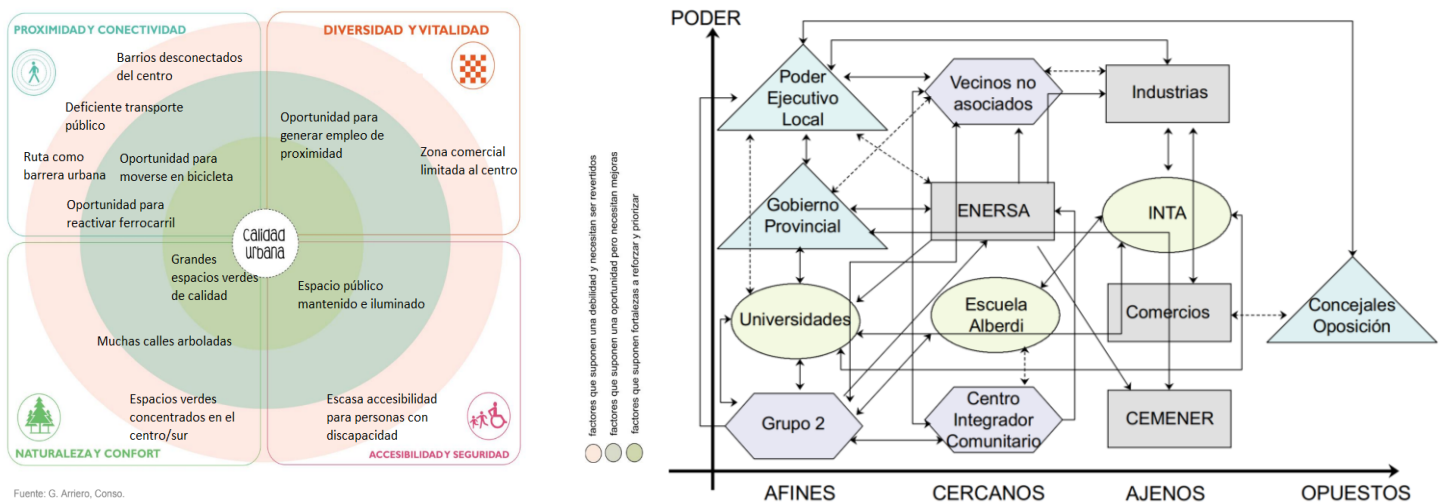


Figura 2. Algunas herramientas para el análisis ecosocial de Oro Verde: matriz diana y sociograma.

Con estas herramientas y la aplicación de una matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), se identificaron los siguientes problemas relevantes para la comunidad:

1. Pocas líneas de colectivos con baja frecuencia: la movilidad es muy dependiente del automóvil privado.
2. Ruta provincial n.º 11 como barrera urbana: resulta bastante peligroso cruzarla a pie.

3. Escasa infraestructura para bicicletas: estas se usan, pero la infraestructura para ellas no es suficiente.
4. Estación de tren en desuso: desde hace tiempo, está no funciona esta formación ferroviaria.
5. Alto costo de energía eléctrica: para usuarios residenciales, por ejemplo, el valor en ARS/kW·h casi llega a duplicar el de otras distribuidoras eléctricas del país.
6. Insuficientes procesos de participación: existen algunos ámbitos que pueden potenciarse al respecto.

Priorización de objetivos a abordar desde la comunidad energética

Los problemas identificados se agruparon y asociaron con tres ejes de la agenda urbana, como se ve en la Fig. 3:

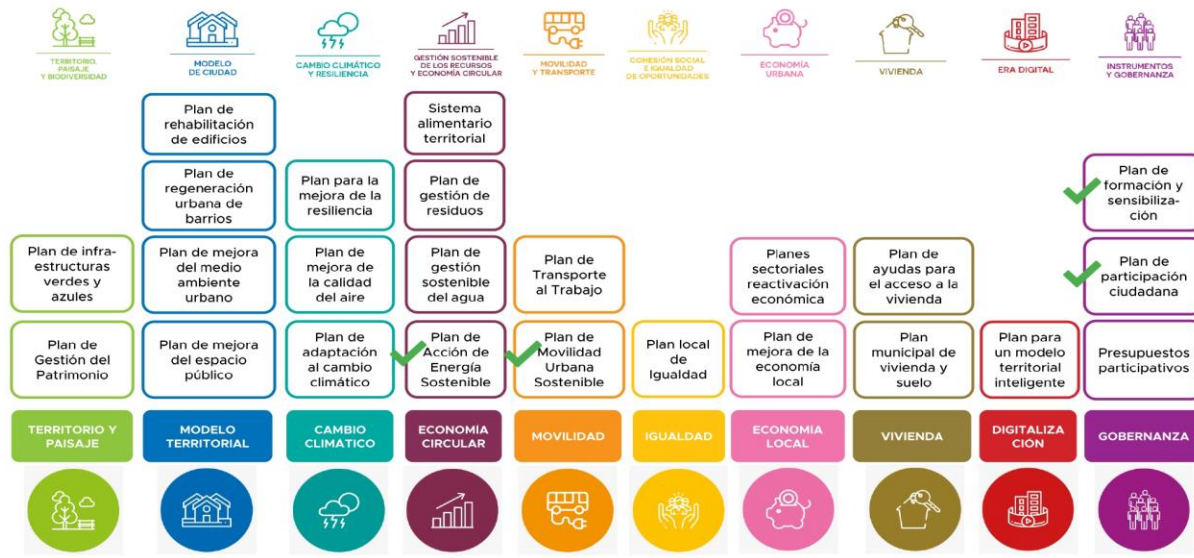


Figura 3. Ejes relacionados con las necesidades de la agenda urbana para Oro Verde.

Enumeración de propuestas

Las siguientes son propuestas para tender a una movilidad más segura, sostenible y conectada (eje “Movilidad”):

- a) Desarrollo de una red de bici-peatón concebida en forma de parques lineales
- b) Implementación de un colectivo eléctrico para el traslado hacia y desde Paraná, y fomento del coche compartido (*carpooling*) por medio de la adaptación de una aplicación hecha en la provincia para este fin
- c) Instalación de estaciones de carga eléctrica
- d) Reconversión del sistema ferroviario a eléctrico

Las siguientes son propuestas para tender una gestión más sustentable de la energía (eje “Economía circular”):

- a) Medidas de ahorro energético, como el reemplazo de electrodomésticos de línea blanca: se estima que habrá tantas heladeras domiciliarias como viviendas y que se contará con unos 4600 equipos de aire acondicionado, de los cuales cerca de la mitad podrían renovarse. También se considera clave la realización de mejoras en las envolventes de las construcciones correspondientes a las 2318 viviendas.
- b) Autoconsumo con generación fotovoltaica y eólica

Las propuestas del eje “Gobernanza” resultan transversales a las técnicas aquí propuestas y no se llegan a enumerar aquí por razón de espacio, pero básicamente se propone un trabajo basado en las instituciones de referencia en la comunidad, además de instancias de diálogo participativo en la comunidad.

En la Tabla 1, se muestran los objetivos a corto, mediano y largo plazo correspondientes a esta implementación:

MOVILIDAD

Objetivos a corto plazo	Objetivos a mediano y largo plazo
Mejorar la conectividad para los barrios alejados del centro	Descarbonizar la movilidad
Incorporar infraestructura para medios de movilidad sostenibles que pongan a las personas en el centro	Puesta en marcha del tren que conecte Oro Verde con otras localidades cercanas.
Mejorar la seguridad para los peatones	

ENERGÍA

Objetivos a mediano y largo plazo
Diseñar una comunidad energética integral

GOBERNANZA

Objetivos a corto plazo	Objetivos a mediano y largo plazo
Realizar un plan de sensibilización energética	Institucionalizar un plan de participación ciudadana

Tabla 1. Objetivos a mediano y largo plazo para la implementación de la comunidad energética pretendida.

Impactos esperados

Se esperan los siguientes impactos económicos de esta implementación:

- Disminución de costos de movilidad y energía eléctrica
- Ahorros económicos con bajas inversiones
- Beneficios financieros por asociación de prosumidores

Se consideran también los siguientes impactos ambientales:

- Mayor conciencia ambiental
- Reducción de emisiones de CO2 imputables a la comunidad de Oro Verde
- Menor contaminación atmosférica y acústica (disminución del tráfico)
- Mayor eficiencia en el uso de recursos (ahorro energético)

Finalmente, se consideran también los siguientes impactos sociales esperados:

- Movilidad sostenible y comunidad energética integral con procesos participativos
- Derecho a formar parte, las personas en el centro: mejor calidad de vida
- Institucionalización del proceso participativo
- Participación diversificada y con alto nivel de compromiso

Conclusiones

En este trabajo, se plantearon las pautas elementales para el diseño de una comunidad energética integral para Oro Verde (provincia de Entre Ríos), con el fin de ordenar la transición ecosocial de esta localidad. Para identificar las problemáticas relevantes para los habitantes, se propone aplicar las fases de diseño de un proceso participativo por implementar en la comunidad energética. En este trabajo, se explicitaron algunas etapas de dichas fases, con la aplicación de herramientas como la matriz DAFO, la matriz diana o el sociograma, partiendo de una identificación

de actores relevantes en la localidad. De manera preliminar y con la información disponible, se identificaron necesidades notorias en los ejes correspondientes a movilidad y energía, y se plantearon propuestas técnicas, ya sea novedosas o que profundizan iniciativas existentes en la localidad. Más allá de las soluciones específicas propuestas y predimensionadas, a fin de validar al menos una parte de ellas, y tal vez llegar a implementar algunas, se considera imprescindible trabajar fuertemente en el eje de la gobernanza. Esto implica la institucionalización de los procesos participativos ya existentes en la localidad y otros nuevos propuestos. Las circunstancias de la población seleccionada hacen que se cuente con un sustrato de participación activa de los pobladores en torno a algunos ámbitos locales, además del dinamismo que marcan las universidades presentes y otras instituciones. A partir de estas fortalezas y oportunidades es que se considera factible la implementación de una comunidad energética de alcance integral en Oro Verde (provincia de Entre Ríos) que haga que los habitantes se apropien de las temáticas por resolver dentro de su agenda urbana y sean partícipes de las mejoras necesarias para la población.

Referencias

CAMMESA (2022). Informe Anual del MEM 2021. Recuperado de: <https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/>

Conso González-Arriero & Esteban de Manuel Jerez, Construyendo ciudades saludables con la infancia: el caso del Plan de Movilidad Sostenible de Bollullos de la Mitación, CIUDADES, 25 (2022): pp. 107-127 ISSN-E: 2445-3943.

ENERSA (Energía de Entre Ríos Soc. Anónima) (2022). "EcoRuta: Programa Entrerriano de Rutas Eléctricas Eficientes". Recuperado de: <https://www.enersa.com.ar/ecoruta/>.

ENERSA (2022). "Cuadro tarifario para consumos del 01/08/2022 al 31/08/2022, Res. n.º 146/22 Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE)". Recuperado de: https://www.enersa.com.ar/wp-content/uploads/2022/08/2022_CUADRO-TARIFARIO_08_2022.pdf.

Municipio de Oro Verde (2022), "Ciudad | Municipio de Oro Verde". Recuperado de: <https://oroverde.gob.ar/ciudad/>.

Paraná Online (2022), "Transporte público en Paraná". Recuperado de: <https://www.paranaonline.com.ar/transporte/>.

Secretaría de Energía, Gobierno de Entre Ríos, Anexo del Decreto 4315/2016 MPlyS de Entre Ríos, "Reglamento de las condiciones para que las pequeñas generaciones puedan incorporarse a la red eléctrica de distribución en baja tensión e inyectar sus excedentes". Recuperado de <https://www.entrerios.gov.ar/secretariadeenergia/userfiles/files/DECRETO-4315-2016-MPIS.pdf>.

Som Mobilitat SCCL (2022). "Transformemos la movilidad juntos para un mundo + sostenible". Recuperado de <https://www.sommobilitat.coop/es/>.

World Bank/IFC (2022). "Global Solar Atlas". Recuperado de: <https://globalsolaratlas.info/>.

World Bank/IFC (2022). "Global Wind Atlas". Recuperado de: <https://globalwindatlas.info/>.

“Escuela Rural en Mitre- Santiago del Estero con Integración Arquitectónica de Sistema de Energía Híbrido”

Rural School in Mitre- Santiago del Estero with Architectural Integration of Hybrid Energy System”

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Saganias, Julieta

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
saganiasjulieta@gmail.com

Giuliano, Gabriela

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
gm.giuliano@gmail.com

Fernández, Franco

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
francofer81@hotmail.com

Garzón, Beatriz

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
bgarzon06@gmail.com

Ferreiro, Alejandro

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
af552000@gmail.com

Resumen

El presente trabajo plantea el análisis de un edificio educativo perteneciente a una comunidad de población rural dispersa, implantado al sudeste de la provincia de Santiago del Estero, donde no existe red de distribución eléctrica. El mismo cuenta con paneles fotovoltaicos, los cuales no abastecen el total del requerimiento energético de la institución. Por esta razón, se plantea que el sistema cubra el resto de las necesidades derivadas de la actividad escolar diaria. Una vez cuantificado el nivel base de la demanda de energía, se propone la optimización del sistema para la reducción del consumo, a través de una mejora de eficiencia energética de la tecnología en las instalaciones y de una rehabilitación energética edilicia. Se plantea como solución un nuevo sistema energético híbrido solar-diésel, diseñado para su instalación como cubierta de salón de usos múltiples en la escuela. Se aborda una combinación metodológica del tipo descriptiva, exploratoria, analítica y de estudio de casos, para la obtención de los siguientes resultados: 1) análisis de los principales consumos eléctricos, 2) dimensionado de Sistema calculado por un Software ad hoc, 3) estudio y desarrollo detallado de la instalación con integración arquitectónica. En conclusión, es factible la reducción del consumo eléctrico diario en un 27%, siendo, además, viable el aprovechamiento de la energía híbrida con un diseño de ingeniería integrado a la arquitectura. Este será un punto de encuentro, para la extensión de actividades educativas y de desarrollo sustentable, social y ambiental.

Palabras clave: Hábitat Educativo Rural, Energía Híbrida, Sustentabilidad, Desarrollo Humano.

Abstract

The present work proposes the analysis of an educational building belonging to a community of dispersed rural population, implanted in the southeast of the province of Santiago del Estero, where there is no electric power distribution. The school has photovoltaic panels, which do not supply the required energy for the institution. For this reason, it is proposed to expand the system to cover all the needs from daily school activities. Once the base level of the energy demand has been quantified, the optimization of the system is proposed to reduce consumption, through an improvement in the energy efficiency of the technology in the installation and a building energy rehabilitation. A sizing solution is proposed for a new hybrid solar-diesel energy system, designed for installation as a roof for a multipurpose room in the school. A methodological combination of the descriptive, exploratory, analytical and case study type is approached, to obtain the following results: 1) analysis of the main electrical consumption, 2) dimensioning of the Autonomous Photovoltaic System, with the method of the most unfavorable month, calculated by an ad hoc Software, 3) detailed study and development of the installation with architectural integration. In conclusion, it is feasible to reduce daily electricity consumption by 27%, and it is also possible to take advantage of hybrid energy with an engineering design integrated into the architecture. This will be a meeting point for the extension of educational activities and sustainable, social and environmental development.

Keywords: Rural Educational Habitat, Hybrid Energy, Sustainability, Human Development

Introducción

Los nuevos datos publicados por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) muestran que las energías renovables continúan creciendo y cobrando impulso a pesar de las incertidumbres mundiales. A fines de 2021, la capacidad de generación renovable global ascendió a 3.064 gigavatios (GW), aumentando el stock de energía renovable en un 9,1 %. En cuanto a la energía solar fotovoltaica su tasa de crecimiento sobrepasa al resto de las tecnologías: aumentó en un 28,3%, frente al 11,4% experimentado por la eólica [1]. En el año 2021, el 13% de la demanda total de energía eléctrica de Argentina fue abastecida a partir de fuentes renovables, un incremento significativo respecto a 2020, cuando este origen representó el 10 % de la demanda del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). De esta manera, el sector sigue avanzando hacia el objetivo de alcanzar en 2025 el 20% del abastecimiento eléctrico con fuentes renovables, tal como establece la Ley N° 27.191. La tecnología que contribuyó con mayor generación en el año fue la eólica (74%), seguida por fotovoltaica solar (13%), los pequeños aprovechamientos hidráulicos (7%) y las bioenergías (6%), según datos del informe anual de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima [2]. En nuestro país, el uso de las energías renovables en comunidades rurales creció consecuentemente en los últimos años. y la tecnología fotovoltaica se ha posicionado como una opción destacada. También los sistemas híbridos solar-diésel, son instalados generalmente con módulos fotovoltaicos autónomos (SFA), constituidos por: panel fotovoltaico (conjunto de módulos), grupo electrógeno diésel, un acumulador (banco de baterías), una electrónica de control (regulador de carga), y a veces por un convertor CC/CA (inversor), [3]. Desde un punto de vista arquitectónico, la energía solar reviste especial interés por sus posibilidades de integración a la envolvente, sobre la hipótesis de que los edificios, además de consumir energía pueden generarla. La integración arquitectónica de instalaciones fotovoltaicas permite usar la envolvente arquitectónica como sustento para la captación y generación de energía [4]. La integración de sistemas fotovoltaicos en edificios supone hasta la sustitución de materiales convencionales de construcción por nuevos elementos arquitectónicos fotovoltaicos que son generadores de energía [5]. En Argentina, desde el año 2000 a la fecha, existe el "Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales" (PERMER) [6]. Este programa, tiene el objetivo de suministrar energía eléctrica para el beneficio de hogares rurales y servicios públicos de todo tipo (escuelas, salas de emergencia médica, destacamentos policiales, etc.), que se encuentren fuera del alcance de los centros de distribución de energía. Desde el año 2021, se lanzaron nuevamente las licitaciones del PERMER II [7]. En esta oportunidad, las intervenciones en las escuelas rurales comprenden la repotenciación de los sistemas existentes con mejoras en la tecnología de los paneles fotovoltaicos y de los sistemas de acumulación con baterías de litio. En Santiago del Estero, el montaje de los equipos implementados por el PERMER, se efectuó beneficiando hasta la fecha a más de 165 escuelas rurales distribuidas en

toda la provincia (en cada uno de los 27 departamentos). La potencia instalada es variable: 400, 600, 800 y 1200 Watt-pico según la necesidad de cada establecimiento educativo. La instalación exterior de los SFA implica solo su colocación sobre estructura soporte, a orientación favorable Norte, sin contemplar su integración arquitectónica [8]. La presente investigación, se inscribe en el marco de un acta acuerdo específica de colaboración mutua entre dos Grupos de investigación con el propósito de generar y promover estrategias para sustentabilidad del hábitat educativo y de la calidad de vida en comunidades educativas rurales en Santiago del Estero. El primer equipo pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, y se denomina Grupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS-FAU-UNT-CONICET), con el proyecto “Hábitat Sustentable y Saludable en el Norte Grande Argentino” (PI-UNT B/608); y el segundo equipo de investigación, a la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (FCEyT-UNSE), con el proyecto “Expectativas en horizontes posibles de desarrollo humano a partir de energías no convencionales en aéreas rurales con población dispersa de de Santiago del Estero” (PI-UNSE 23/C168). Sobre esta base, el objetivo de este trabajo es diseñar, verificar y transferir el proyecto de un sistema híbrido solar-diésel, adecuado a una mejora arquitectónica proyectada para una escuela rural de la provincia, considerando sus necesidades particulares.

Desarrollo

Condicionantes geográficas y climáticas:

La escuela N° 426 de la localidad de “Las viboritas”, se ubica en el departamento Mitre, al sur de la provincia de Santiago del Estero. Esta localidad pertenece a Zona Bioambiental II- Cálida y subzona a (Fig.1), según clasificación bioambiental de la República Argentina de norma 11.603 [9]. El clima, se caracteriza por un período estival muy cálido, con altas temperaturas y escasas lluvias, presentándose mayormente entre los meses de octubre a marzo (promedio anual de 8 mm). La época invernal, en cambio registra temperaturas bajas y es seca. En Tabla N° 1, se observa que la provincia presenta un valor de temperatura máxima media promedio anual de 27,26 °C y la humedad relativa máxima es 72 %. Por lo tanto, la amplitud térmica promedio anual, se encuentra en el orden de los 11 °C, siendo esto un factor fundamental a considerar en el diseño del edificio. Los recursos renovables como la radiación solar y la velocidad del viento fueron tomados del sitio web de la NASA. A continuación, se muestra el perfil de radiación solar global promedio mensual en un plano horizontal. Estos son óptimos para sistemas que aprovechen la energía solar. Por último, se advierte el perfil de velocidad del viento promedio mensual para el sitio de estudio, el cual es bajo para sistemas eólicos. [10].



Figura 1: Mapas y fotografías de ubicación escuela N° 426 Las Viboritas, Departamento Mitre.

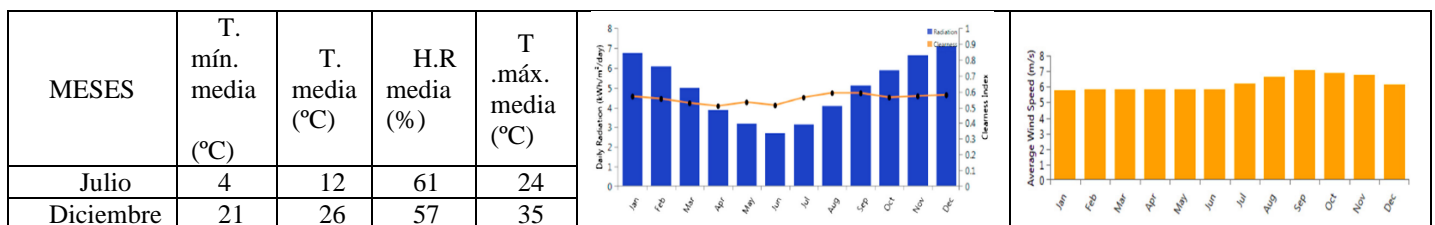
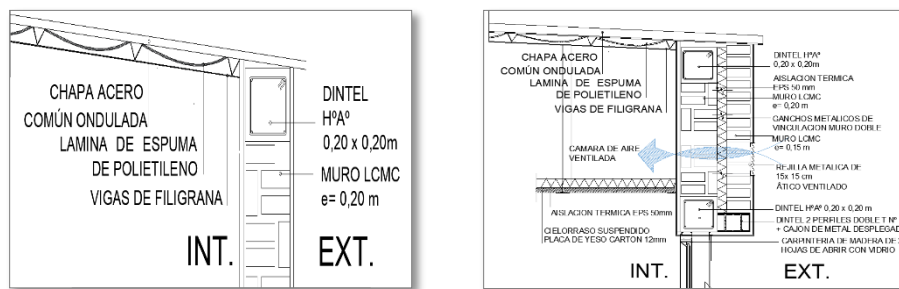


Tabla 1: Datos climáticos (SMN, 2005-2015), perfil de radiación solar mensual y velocidad de viento media mensual

Análisis arquitectónico-tecnológico del caso

La institución educativa rural cuenta con dos edificios correspondientes a jardín de infantes y a la escuela primaria. El edificio destinado al nivel inicial, en relación al patio cívico central se ubica en dirección Este (E) y cuenta con tres locales: una sala, depósito y cocina. El segundo volumen corresponde a la escuela primaria, se encuentra hacia el sector Norte (N), y está compuesto por un aula, circulación, cocina, depósito y dirección. Ambos, son de perímetro libre, y poseen igual superficie de paramentos expuesta a las cuatro orientaciones. Además, existe un tercer volumen independiente de núcleo sanitario, que se construyó entre los dos anteriores (Fig. 1). La mampostería es de ladrillo cerámico macizo común (LCMC) de 0,20 m de espesor (M1) y techo liviano de cubierta de chapa con aislación térmica de lámina de espuma de polietileno de 5mm (TL1), (Fig. 2). Sus niveles de transmitancia térmica, fueron verificados para la situación más desfavorable de verano, según cálculo norma IRAM 11.625 y 11.900 [11] en Nivel C-mínimo de confort higrotérmico. Por ello, se propone la rehabilitación energética de la envolvente donde se incorpora aislación térmica de poliestireno expandido (EPS) de 50mm de espesor, tanto al techo en cielorraso suspendido (TL2) como en la mampostería hacia el lado exterior, configurando un muro doble aislado, con la incorporación de LCMC de 0,15m espesor. Este último se denomina muro SATE “sistema de aislación térmica exterior” (M2), (Fig. 3). Finalmente, se calculó nuevamente en forma comparativa el caso base y el mejorado, donde se asciende a nivel intermedio A/B. Así, las Tablas 2 y 3, son un resumen de los resultados mencionados, donde con la solución de rehabilitación térmica-energética para techos y muros planteada, puedo verificarse una reducción de la necesidad de energía en el orden del 25% en total.



Figuras 2 y 3: Detalle envolventes - Caso Base y Detalle Envolventes de Rehabilitación Energética

CASOS	CASO BASE		CASO MEJORADO	
	M1	TL1	M2	TL2
K_{CAL} (W/m ² K)	1,79 Verif. NC-Min	0,70 Verif. NC-Min	0,76 Verif. NA/B	0,30 Verif. NA/B
	Nivel C-Mín.	1,80	Nivel A/B	0,78
K_{MAX ADM} (W/m ² K)	0,72		Nivel A/B	0,31
	Nivel C-Mín.			

CASOS	Refrigeración		Calefacción	
	Base	Mejorado	Base	Mejorado
Q (W)	32.430	12.046	30.270	16.100
G(W/m³)	57,19	18,97	2,293	1,220
G_{ADM} (W/m³)	18,92	18,92	1,389	1,389
IRAM 11.659	No Verif.	Si Verif.		
IRAM 11.654			No Verif.	Si Verif.

Tablas 2 y 3: Verificación serie de Normas IRAM 11.600 y 11.900

Consumo eléctrico caso base

La escuela fue beneficiada por el PERMER. Cuenta con un sistema de seis módulos fotovoltaicos de tensión nominal de 12 V y potencia pico de 200 W, acumuladores tipo plomo-ácido de 12 V y capacidad de 220 Ah, reguladores de carga de tensión 24 V y corrientes máxima de 20 o 40 A (Amperes). Los inversores de corriente continua son de 24 V, corriente alterna 220 V y de potencia de 2000 VA. En el interior, los tipos y cantidades de artefactos por cada ambiente son limitados a 2 bocas. Espacios principales como aulas, el comedor y las direcciones cuentan con 2 lámparas del tipo fluorescente compacta de 15 W y ventiladores de pie de 150 W. Espacios de servicio como circulaciones,

sanitarios, depósitos y las cocinas, solo poseen 1 lámpara de tipo fluorescente compacta de 15 W. En las cocinas, cada una de ellas esta provista de heladeras con freezer y además hay un freezer. En las galerías y en los exteriores existen lámparas del tipo halógenas de 40 W (Fig. 4). La estimación del consumo diario de energía eléctrica de la institución es de 7.300 Wh/día. En este caso, la refrigeración de alimentos representa un 54% del consumo total, un 18% la iluminación artificial, un 13% ventilación mecánica y un 15% corresponde al resto de los consumos de los artefactos disponibles: notebook, CPU, monitores, impresora, radio, parlante, micrófonos, etc.; que se utilizarían si existiera abastecimiento suficiente de energía, pero no es el caso. Estimativamente, el SFV instalado, cubre una demanda diaria máxima de 1.200 Wh/día, esto significa que abastece un 16,5 %, del total de la demanda diaria de energía real.

Evaluación reducción del consumo eléctrico

Se propone la disminución de la demanda energética, mediante el reemplazo de las lámparas convencionales de bajo consumo o los tubos fluorescentes por lámparas y tubos del tipo LED y artefactos de mayor eficiencia para el sistema de iluminación artificial. Así puede observarse la optimización de los resultados en cuanto a la disminución del consumo eléctrico total (Wh/día), en un 27% respecto a la situación del caso de estudio. Así mismo, en la mayor injerencia porcentual del rubro de refrigeración, se plantea su disminución mediante el recambio de artefactos nivel C a nivel A de eficiencia energética. Estos cambios, junto al reemplazo de ventiladores de pie por los de techo, y de su disminución en tiempo de uso diario debido a la rehabilitación energética de la envolvente permite disminuir el consumo eléctrico diario a 5344 Wh/día, mediante una propuesta de mejora tecnológica de la instalación (Figura 4).

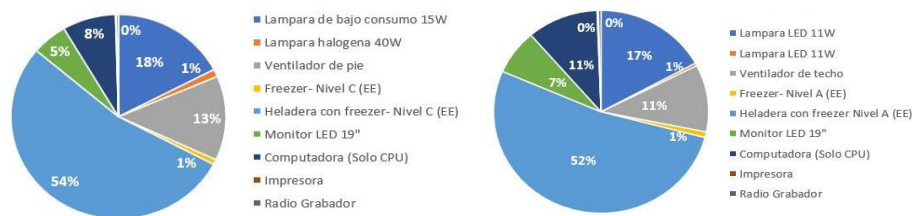


Figura 4: Distribución actual de consumos energéticos, y propuesta de optimización de consumos energéticos.



Figura 5: Tres cadenas de 3 módulos fotovoltaicos con Integración Arquitectónica del SFV

Dimensionamiento del Sistema Híbrido y Diseño del SFV con integración arquitectónica

Se proyectó como solución energética un sistema híbrido fotovoltaico-diésel, el sistema solar aislado se dimensionó con la ayuda del programa "FotovArq" [10] con el que se obtuvo el cálculo del sistema, sus dimensiones y su adecuación arquitectónica. La configuración del sistema consiste de 6 módulos fotovoltaicos de 360 W, con tres string (de dos módulos en serie) conectados en paralelo, y un esquema de baterías de Litio-Ferro-Fosfato (LFP) modular de una capacidad suficiente para abastecer las cargas nocturnas. Se adoptaron para el cálculo 3 días de Autonomía, Radiación diaria total en el plano de trabajo de 3,2 kWh/m², y se definieron 4 módulos de acumulación de 3,5 kWh, cada uno conectados en paralelo, con una tensión nominal de 48 V. Para completar el sistema en híbrido, la planta solar aislada se apoya en un generador eléctrico diésel 15 kW, por medio del mismo se cargarán las baterías

en los días que no haya luz solar, y también alimentará una parte significativa del consumo eléctrico nocturno, esta última función permite reducir el tamaño del sistema fotovoltaico. Asimismo, se pudo precisar la superficie de ocupación de los paneles y la distancia mínima entre cadenas para maximizar la colección solar [12]. La propuesta de integración arquitectónica del SFV es la de construir una estructura que le de soporte de manera que cumpla al mismo tiempo con la función de cubrir el patio de la escuela, a modo de Salón de Usos Múltiples (SUM). Luego del análisis de opciones posibles, se eligió aquella superadora, que resultó de un diseño integral que tuvo en cuenta la premisa de la optimización en la captación de la radiación solar en (Fig. 5).

Conclusiones

En el caso analizado, observó que el SFA simple instalado por el PERMER cubre un 16% de la demanda total de energía eléctrica de un día de clase típico, es decir, un mínimo básico respecto al consumo energético real necesario. Por ello, se propuso la disminución de un 25% del total de la demanda energética, mediante la rehabilitación energética de la envolvente, junto a la reducción de un 27% del consumo diario escolar en Wh/día, a través del reemplazo de lámparas y de los artefactos existentes, por otros de mayor nivel de eficiencia energética. Además, se planteó la repotenciación del sistema con un sistema híbrido sola-fósil. La ejecución de la instalación del SFA, se propone ubicarla integrada en el techo del SUM propuesto como ampliación, por su aporte formal, funcional y tecnológico-constructivo al edificio. Así se busca un diseño integral, con el uso de tecnología sustentable para el aprovechamiento de la energía solar con la necesidad de un espacio de múltiple función para las actividades de la comunidad escolar de la localidad rural de Las Viboritas, haciendo un aporte a las pautas que puedan potenciar la sustentabilidad del hábitat escolar rural. El presente trabajo destaca la relevancia de la energía para el desarrollo humano, en especial de la energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, incluso en combinación con energía producida a partir de fuentes convencionales. Con esto, se considera oportuno fomentar en ARPoDs la implementación de opciones similares a la planteada, esto amerita la implementación de políticas de estado que las promuevan, sustentando equilibradamente principios de equidad social y ambiental.

Referencias

- [1] IRENA (2022) Renewable Capacity Statistics. International Renewable Energy Agency, ISBN :978-92-9260-428-8.
- [2] CAMMESA (2021). Informe Anual MEM 2021. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima. <https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/>. Julio 2022.
- [3] Bello C., Cáceres M, Vera L., Cadena C., Busso A. (2010) Equipamiento de adquisición de datos para sistemas fotovoltaicos autónomos instalados en escuelas de corrientes. Capítulo 2: ECC. World Congress & Exhibition ENGINEERING 2010-ARGENTINA, octubre 2010, Buenos Aires, Argentina
- [4] Pilar, C. (2017). Casos de integración arquitectónica de sistemas fotovoltaicos. Un abordaje matricial desde las formas, los usos y los significados. ARQUISUR REVISTA, Revista N° 11. Año N° 7. P.80
- [5] FENERCOM (2009). Guía de integración solar fotovoltaica. Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. Madrid Solar: Consejería de economía y Hacienda.
- [6] PERMER I (2000) Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Descripción Programa. <https://permer.se.gob.ar/> Julio 2022.
- [7] PERMER II (2021) Préstamo BIRF 8448- AR <https://www.argentina.gob.ar/noticias/permer-avanza-en-la-repotenciacion-de-energia-solar-para-260-escuelas-rurales-de-salta/> Julio 2022.
- [8] Giuliano, G., Garzón, B. (2017). "FotovArq": Programa de Cálculo de Sistemas Fotovoltaicos autónomos y su integración Arquitectónica. Obra inscrita en la DNDA, Formulario N° 232.930, CABA, noviembre de 2017.
- [9] IRAM (2012). 11.603: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, Argentina.

- [10] NASA- National Aeronautics and Space Administration. Consulta de datos meteorológicos. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. 2021.
- [11] IRAM 11.600. Serie de normas de Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. IRAM 11.900 (2019) modificación N°1 a la Norma IRAM 11900:2017-12. Prestaciones energéticas de viviendas. Métodos de cálculos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina
- [12] Giuliano, G., Garzón, B.; Ortega M. (2020). Sistema Fotovoltaico con Integración Arquitectónica en Escuela Rural Santiago Del Estero. 3° Congreso Internacional de Gran Chaco Americano, SDE 10 de noviembre 2020.

Estudio comparativo para eliminación de norfloxacin, *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis* en agua a partir de titanio y óxido de zinc nanoparticulado

Comparative study for the elimination of norfloxacin, *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis* in water from titanium and nanoparticulate zinc oxide

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Cecilia I. N. Morgade

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca- Universidad Nacional del Sur. Departamento de Física IFISUR
Conicet. Argentina
cmorgade@frbb.utn.edu.ar.

Marisa J. Sandoval

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca- Universidad Nacional del Sur. Departamento de Biología
INBIOSUR Conicet. Argentina.
msandova@criba.edu.ar.

Lorena I. Brugnoli

Universidad Nacional del Sur. Departamento de Biología INBIOSUR. Argentina.
Conicet.lorenabrugnoli@gmail.com.

Flavia M. Carranza

Laboratorio Susana Palazzesi LSP. Argentina
flaviacarranza69@gmail.com.

Mabel Rizzo

Hospital Interzonal Dr Jose Penna. Argentina
mabelrizzo68@hotmail.com.

Anabela S. Lorenzetti

Universidad Nacional del Sur Departamento de Química INQUISUR Conicet.
anabela.lorenzetti@gmail.com

Claudia E. Domini

Universidad Nacional del Sur Departamento de Química INQUISUR Conicet. Argentina
dominiclaudia@hotmail.com.

Resumen

En el presente trabajo se muestran resultados parciales de un estudio comparativo del poder bactericida de ZnO y TiO₂ en sus polimorfos anatasa y rutilo frente a dos especies microbianas diferenciadas por sus paredes celulares tales como *Escherichia coli* (bacilo Gram negativo) y *Enterococcus faecalis* (coco Gram positivo). Se muestran también los resultados de estudios de degradaciones fotocatalítica, fotolítica y por adsorción del antibiótico norfloxacin en los óxidos mencionados verificando el

posible poder bactericida residual de los subproductos de la degradación. El objetivo es determinar la eficiencia comparativa de ambos óxidos para ser utilizados en purificación de aguas sin tratamiento de potabilización previo, por ejemplo, en zonas rurales. Los resultados obtenidos son prometedores para todos los óxidos tanto en la remediación del compuesto orgánico estudiado como en el poder bactericida en medio acuoso para ambos gérmenes. La mayor degradación de la norfloxacin se obtuvo fotocatalíticamente con TiO₂ anatasa seguida de la obtenida con ZnO y por último con TiO₂ rutilo. La fotólisis por otra parte fue menos eficiente que la fotocatalisis pero presento mejor remoción que la adsorción. En cuanto al poder bactericida de los óxidos estudiados para los dos tipos de gérmenes fue superior el obtenido con TiO₂ anatasa el cual mostro ser mayor cuanto menor fuera el volumen de solución tratada para iguales concentraciones de óxido y bacterias.

Palabras clave: TiO₂, ZnO, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, norfloxacin

Abstract

This work shows partial results of a comparative study of the bactericidal power of ZnO and TiO₂ in their anatase and rutile polymorphs against two microbial species differentiated by their cell walls, such as *Escherichia coli* (Gram negative bacillus) and *Enterococcus faecalis* (Gram positive coccus). The results of studies of photocatalytic, photolytic and adsorption degradation of the antibiotic norfloxacin in the mentioned oxides are also shown, verifying the possible residual bactericidal power of the degraded products. The objective is to determine the comparative efficiency of both oxides to be used in water purification without prior potabilization treatment, for example, in rural areas. The results obtained are promising for all the oxides, both in the remediation of the organic compound studied and in the bactericidal power in aqueous medium for both germs. The greatest degradation of norfloxacin was obtained photocatalytically with TiO₂ anatase followed by that obtained with ZnO and finally with TiO₂ rutile. Photolysis on the other hand was less efficient than photocatalysis but showed better removal than adsorption. Regarding the bactericidal power of the oxides studied for the two types of germs, TiO₂ anatase activity was superior than the others. In turn, the efficiency is greater the smaller the volume of solution treated for equal concentrations of the oxydes and bacteria.

Keywords: TiO₂, ZnO, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, norfloxacin

Introducción

La crisis hídrica provocada por la falta de agua dulce y limpia es en ciertas zonas del mundo uno de los mayores desafíos de la humanidad. Microorganismos en el agua tales como virus, bacterias y protozoos provocan gran morbi-mortalidad en humanos y animales en vastas regiones del planeta¹. Por otra parte, también llegan al agua muchos productos orgánicos² entre ellos los derivados de la industria farmacéutica como los antibióticos. Estos compuestos son considerados contaminantes emergentes debido a la introducción en cantidades bajas pero crecientes en los ecosistemas presentando además alta persistencia y riesgo potencial para la vida. En particular la presencia de antibióticos en baja concentración en el ambiente puede causar el desarrollo de bacterias resistentes, haciendo ineficaces tratamientos de varias enfermedades infecciosas. Tradicionalmente, la desinfección del agua se consigue añadiendo cloro, sin embargo, numerosos informes han confirmado la formación de sustancias potencialmente mutagénicas y cancerígenas, subproductos de desinfección formados a partir de la reacción del cloro con sustancias orgánicas³

Muchos óxidos semiconductores entre los que se encuentran el TiO₂ y el ZnO se consideran fotocatalizadores prometedores debido a su naturaleza no tóxica y estabilidad física presentando buena actividad antimicrobiana y remediadora atribuidas al alto poder oxidante de las especies reactivas del oxígeno (ROS) generadas en la activación de los mismos⁴. La fotocatalisis es un proceso de óxido-reducción avanzada, el cual emplea la energía solar para la generación u optimización de reacciones químicas mediante el uso de un sistema adecuado. El fotocatalizador permite aprovechar directamente la energía solar que llega a la superficie terrestre sin ninguna etapa intermedia, para provocar una serie de reacciones químicas (reducción-oxidación) que den lugar a la obtención de los productos deseados o a la eliminación de los reactivos nocivos. La catálisis ambiental se focaliza en las tecnologías catalíticas que permiten reducir o eliminar las emisiones de compuestos no deseables que repercuten negativamente en la calidad del medio ambiente. El sistema requiere de un semiconductor en contacto con una disolución que contenga los elementos reactivos, encontrándose el conjunto bajo iluminación. Los electrones de las bandas de valencia excitados ocupan posiciones en las bandas de conducción pudiendo catalizar reacciones de reducción, mientras que los huecos generados en las

bandas de valencia al excitarse el material con la radiación adecuada catalizan reacciones de oxidación. Los óxidos estudiados en este trabajo ZnO y TiO₂ en sus polimorfos más estables, que además son económicos, inocuos y químicamente estables generan al excitarse especies reactivas de oxígeno producto de su interacción con moléculas de agua del medio y estas especies son responsables de reacciones de oxidación de moléculas orgánicas como el antibiótico norfloxacina y moléculas constitutivas de las paredes de las bacterias.

Desarrollo

Para el cultivo bacteriano se utilizaron cepas de *Escherichia. coli* ATCC 25922 y de *Enterococcus faecalis* ATCC 25212 en caldo tripcasa soja (TSB, Biokar) incubado 18 h a 37°C Se lavó tres veces con agua tridestilada estéril (centrifugando a 4000 x g durante 10 min.). Se ajustó la concentración a 1x10⁸ células/mL. Posteriormente 1 mL de dicha suspensión se diluyó en 99 mL de agua tridestilada estéril de pH 6,5 (S-H₂O) o, en 99 mL de suspensión de TiO₂ estructuras anatasa y rutilo y en ZnO respectivamente. Se sembró 1 mL de cada condición por la técnica de agar volcado en agar para recuento en placa (PCA, Britania) e incubó a 37°C durante 24-48 h para evaluar poder bactericida de los óxidos sin activar. Para evaluar el efecto de la fotocatalisis (óxidos expuestos a radiación UV se colocaron las muestras preparadas en igual condición que las anteriores bajo el efecto de la lámpara UV a 50 cm de distancia con agitación controlada y se fueron tomando alícuotas de 1 mL a diferentes tiempos (5, 10, 30, 60, 90, 120, 180, 240 y 300 min.). Las mismas se sembraron para recuento en placa incubando a 37 °C por 24-48 h. Los recuentos de colonias microbianas se expresaron como UFC/mL (unidades formadoras de colonias por mililitro de muestra) y se convirtieron en una relación de supervivencia (N/N₀) donde N₀ es el valor de UFC/mL al tiempo 0 y N representa el mismo valor a un tiempo de exposición dado.

Para la determinación de la actividad degradativa de los óxidos sobre la norfloxacina se procedió como se describe a continuación. Se utilizó una solución de Norfloxacina 1000 ppm preparada en HCl 0,1 M. A partir de ella se prepararon diluciones 2 ppm en agua de pH 8 (agua + NaOH) (50 mL). Se trabajó con soluciones 1 g/L de TiO₂ o ZnO según correspondiera. Los ensayos se realizaron en vasos de precipitado de vidrio de 50 mL, con agitación magnética constante. El pH inicial se ajustó entre 6,5 y 7,0; utilizando NaOH 1 M. Se utilizó una lámpara UV marca Philips (15 W, 254 nm). Las mediciones se realizaron a 271 utilizando un espectrofotómetro Agilent modelo 8453 y una celda de cuarzo de volumen pequeño (10 mm de paso óptico).

La Figura 1 muestra las curvas de absorbancia a diferentes tiempos para TiO₂ anatasa, TiO₂ rutilo y ZnO con luz (fotocatalisis) y sin luz (adsorción) y para norfloxacina sin agregado de óxido y expuesta a radiación (fotólisis).

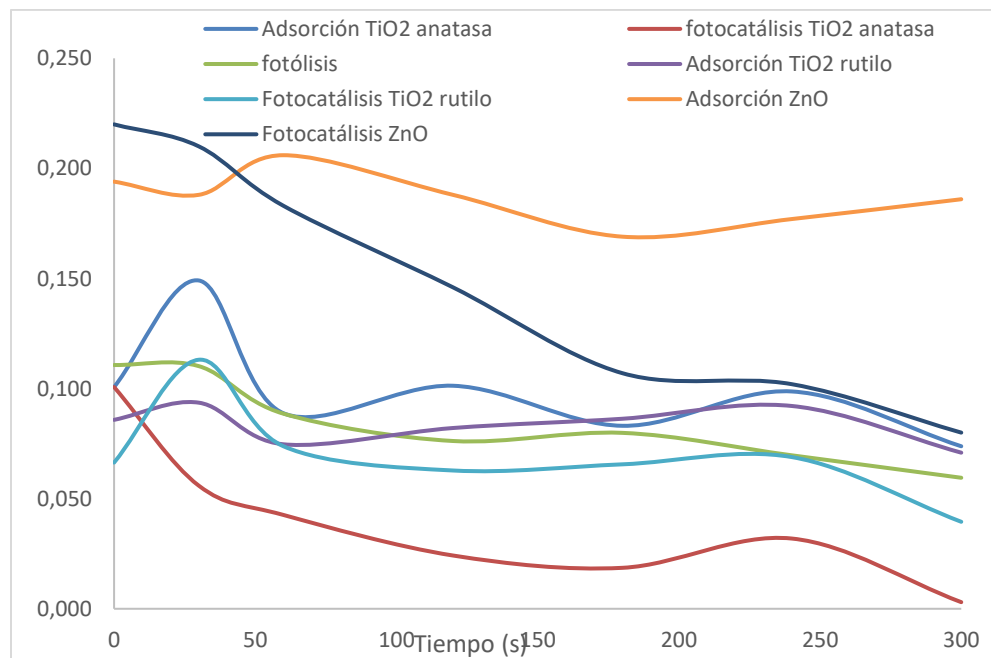


Figura 1: Curvas de absorbancia vs tiempo para diferentes condiciones (adsorción, fotocatalisis y fotólisis) para norfloxacina con diferentes óxidos (TiO₂ anatasa, TiO₂ rutilo y ZnO).

Para el estudio de un posible poder residual bactericida luego de la degradación de la norfloxacin se realizó el Método de Kirby-Bauer. Una suspensión ajustada de cada microorganismo (aprox. 106 cél/ml) se extendió mediante hisopado sobre placas de agar Mueller-Hinton. Se realizaron pocillos de 5 mm de diámetro con sacabocados (6 por placa) donde se colocaron 50 µl de cada muestra (completa y sobrenadante (s) previa centrifugación a 5500 x 5 min). Los resultados para TiO₂ se muestran en la Tabla 1 expresados en mm del halo de inhibición a las 24, 48 y 72 hs de cultivo a 37°C.

Tabla 1 Halos de inhibición expresados en mm a las 24, 48 y 72 hs para muestras expuestas a 30, 60, 120, 180, 240 y 300 minutos de degradación fotocatalítica con TiO₂ anatasa y TiO₂ rutilo. Rutilo (R), tiempo 0s (T0), tiempo 30 s (T30), etc. Anatasa (A), sobrenadante de experiencia con rutilo (Rs), sobrenadante de experiencia con anatasa (As),

Muestra	<i>E. coli</i>	Muestra	<i>E. coli</i>
Norfloxacin T0	17/15/14	Norfloxacin T0	17/15/14
RT0	25/20/17	AT0	10/8/6
RT30	20/18/15	AT30	0/0/0
RT60	15/12/10	AT60	0/0/0
RT120	10/0/0	AT120	0/0/0
RT180	0/0/0	AT180	0/0/0
RT240	0/0/0	AT240	0/0/0
RT300	0/0/0	AT300	0/0/0
RsT0	25/20/18	AsT0	0/0/0
RsT30	17/15/13	AsT30	0/0/0
RsT60	14/12/10	AsT60	0/0/0
RsT120	10/0/0	AsT120	0/0/0
RsT180	0/0/0	AsT180	0/0/0
RsT240	0/0/0	AsT240	0/0/0
RsT300	0/0/0	AsT300	0/0/0

Los resultados microbiológicos con ZnO no se muestran aquí a pesar de responder a la tendencia expresada en el resumen y conclusiones porque fueron realizados con igual concentración bacteriana y concentración de óxidos pero con diferentes volúmenes finales expuestos a la luz que los realizados con TiO₂. A la brevedad se completara el estudio con las condiciones exactas para una comparación inequívoca. Asimismo, se está en proceso de estudio del efecto del volumen final en la eficiencia bactericida de la fotocatalisis.

Conclusiones

Los resultados obtenidos son prometedores para todos los óxidos estudiados tanto en la remediación del antibiótico como en el poder bactericida en medio acuoso para ambos gérmenes. La mayor degradación de la norfloxacin se obtuvo fotocatalíticamente con TiO₂ anatasa seguida de la obtenida con ZnO y por último con TiO₂ rutilo. La fotólisis por otra parte fue menos eficiente que la fotocatalisis pero presento mejor remoción que la adsorción. En cuanto al poder bactericida de los óxidos para los dos tipos de gérmenes fue superior el obtenido con TiO₂ anatasa el cual mostro ser mayor cuanto menor fuera el volumen de solución tratada para iguales concentraciones de óxido y bacterias.

Referencias

[1] Priyanka Ganguly, Ciara Byrne, Ailish Breen, Suresh C. Pillai, Antimicrobial activity of photocatalysts: Fundamentals, mechanisms, kinetics and recent advances, Applied Catalysis B: Environmental, Volume 225, No 51-75, 2018.

- [2] Xu, W., Zhang, G., Zou, S., Li, X., and Liu, Y.. “Determination of Selected Antibiotics in the Victoria Harbour and the Pearl River, South China Using High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry.” *Environmental Pollution* 145: 672-679, 2007
- [3] Hoda Fakour, Shang-Lien Lo Formation and risk assessment of trihalomethanes through different tea brewing habits, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Volume 222, Issue 1, 117-124, 2019
- [4] Gnanaprakasam, A., Sivakumar, V. M., Sivayogavalli, P. L., & Thirumarimurugan, M. Characterization of TiO₂ and ZnO nanoparticles and their applications in photocatalytic degradation of azodyes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 121, 121–125, 2015.

Evaluación del impacto del cambio climático sobre la vulnerabilidad del acuífero Pampeano en la ciudad de Rafaela, Santa Fe (Argentina)

Climatic change impact assessment of the vulnerability of the Pampeano aquifer in the city of Rafaela, Santa Fe (Argentina)

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Lara Tascón

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
tasconlaraf@gmail.com

José Astore

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
joseastore405@gmail.com

Sofía Tascón

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
sofiatascon15@gmail.com

Juan Nittmann

Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería (GIAMNCI)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
juannittmann@hotmail.com

Resumen

El estudio de la problemática hídrica en zonas urbanas y la cuantificación de los procesos hidrogeológicos que intervienen son fundamentales para prevenir impactos ambientales negativos que afectan a la sociedad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del cambio climático sobre la vulnerabilidad del acuífero Pampeano. El área de estudio comprende el casco urbano de la ciudad de Rafaela y alrededores, en donde los registros de precipitación anual muestran variaciones influenciadas por los efectos del clima reflejados en la recarga y fluctuaciones del nivel freático del acuífero. La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo comprende dos etapas. La primera consiste en la elaboración de un modelo conceptual hidrogeológico y luego la evaluación de la vulnerabilidad mediante el método DRASTIC utilizando herramientas geomáticas (GIS). Los mapas de vulnerabilidad generados muestran que el acuífero pampeano se ve afectado por la variación climática extrema (periodo seco y húmedo).

Palabras clave: Vulnerabilidad – Acuífero Pampeano – DRASTIC – GIS

Abstract

The study of hydric problems in urban areas and the quantification of the hydrogeological processes involved are essential to prevent negative environmental impacts on society. The aim of this work was to evaluate the impact of climate change on the vulnerability of the Pampeano aquifer. The study area includes the urban area of the city of Rafaela and surroundings, where the annual precipitation records show variations influenced by the climatic effects reflected in the recharge and fluctuations of the groundwater level of the aquifer. The methodology used for the development of the work contemplates two stages. The first consists of the elaboration of a hydrogeological conceptual model and then the evaluation of the vulnerability through the DRASTIC method using geomatic tools (GIS). The generated vulnerability maps show that the Pampeano aquifer is affected by extreme climatic variation (dry and wet periods).

Keywords: Vulnerability -Pampeano Aquifer - DRASTIC - GIS

Introducción

La presión demográfica sin una planificación territorial adecuada causa impactos ambientales negativos en el medio ambiente (Giampietro, 1997). En Argentina, la contaminación en las grandes ciudades es crítica y afecta los recursos naturales violando los principios de sustentabilidad ambiental. Entre los factores biofísicos más afectados y de menor visibilidad se encuentran los acuíferos, de alta importancia social ya que son los encargados de proteger, almacenar y transportar el agua subterránea (Auge, 2004a). El estudio del comportamiento hidrogeológico en áreas urbanas es complejo debido a las alteraciones que genera, en el ciclo hidrológico, la impermeabilización de la superficie, la explotación de acuíferos para consumo de la población o de la industria, así como las variaciones en la recarga debido a pérdida de la red de suministros, de drenaje pluvial y/o cloacal (Lerner, 2002). En la ciudad de Rafaela, el 100 % de sus habitantes se abastecen de agua proveniente de fuente subterránea (Boidi, 2003).

La dinámica hídrica local ha cambiado en los últimos años producto de las variaciones climáticas regionales y globales generando un ascenso en los niveles freáticos y problemas graves en la población. Una manera de poder anticiparse a la protección del agua subterránea es incluir en la gestión hídrica el concepto de vulnerabilidad de acuíferos, entendiéndose como tal a la susceptibilidad de un acuífero de ser afectado adversamente por una carga contaminante (Foster, 1987). La vulnerabilidad se puede considerar como una propiedad referida exclusivamente al medio hidrogeológico (tipo de acuífero, profundidad, recarga, conductividad hidráulica) sin tener en cuenta la incidencia de las sustancias contaminantes (vulnerabilidad intrínseca) o se puede considerar la carga y tipo de contaminante además del comportamiento del medio (vulnerabilidad específica) (Custodio, 1995; Auge, 2004b).

En Rafaela la variable externa que condiciona directamente la vulnerabilidad del acuífero pampeano es el agua importada de red proveniente de una captación del acuífero Puelches en la ciudad de Esperanza. En sectores con red de agua potable y cloacas, el agua importada que se infiltra y recarga al acuífero Pampeano es aproximadamente el 20 % de agua suministrada. La situación es más crítica en sectores sin red de cloacas en donde gran parte del agua suministrada percola a la capa freática (Boidi, 2003). Este trabajo propone abordar un estudio de vulnerabilidad del área urbana y periurbana de la ciudad de Rafaela, primeramente, logrando entender el comportamiento hidrodinámico del sistema y luego desarrollando mapas de vulnerabilidad ante diferentes escenarios de variación paramétrica.

Metodología

El área de estudio donde se llevó a cabo el trabajo se encuentra ubicada en la ciudad de Rafaela, departamento Castellanos, en el centro oeste de la provincia de Santa Fe (Figura 1). La geología e hidrogeología local se puede describir ordenada en el sentido de las edades crecientes observando en la culminación de la columna estratigráfica a los sedimentos pampeanos (acuífero Pampeano), depósitos cuaternarios (Pleistoceno) de origen eólico y fluvial, constituidos por loess y limo loessoides que en su sección superior, de 53 m de espesor, contiene a la capa freática, mientras que la base es un estrato limo arcilloso de 7 m de potencia que se comporta como acuitardo, y es límite con la formación Puelche (acuífero Puelche), de origen fluvial, formada por arenas amarillentas cuarzosas de grano fino a mediano correspondientes al periodo transicional Neogeno-Cuaternario (Pleistoceno Inferior-Plioceno) (Boidi, 2003; Auge, 2004). El paquete sedimentario conformado por el acuífero Pampeano y Puelche es el portador de aprovisionamiento de agua subterránea en todo el territorio provincial (Fili y Tuchneider, 1977).

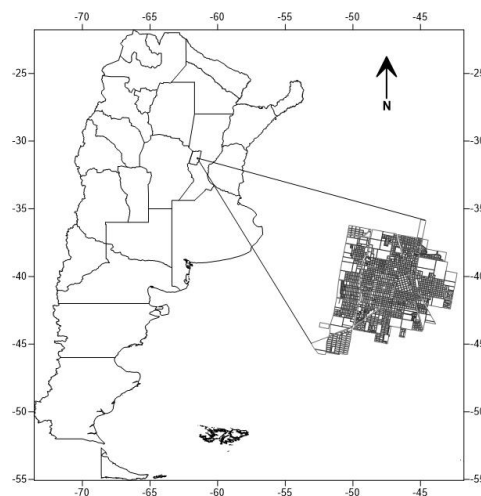


Figura 1: Ubicación geográfica de la ciudad de Rafaela.

El clima de Rafaela es cálido y templado con una temperatura media anual de 19.3 °C, mínima media de 12.1 °C y máxima media 24.8 °C. La humedad relativa promedio es de 71.4 % y la precipitación media anual, periodo 1930-2020, es 961.5 mm (Petrabissi et al., 2020). La variación climática en los últimos 10 años (Figura 2) ha generado escenarios con periodos secos (2020-2022) y húmedos (2015-2017) que condicionan la recarga del acuífero freático (Tascón y Márquez, 2021).

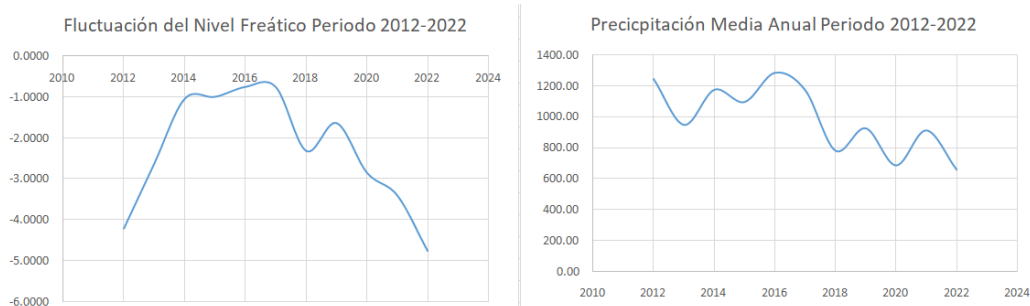


Figura 2. Evolución anual del nivel freático (mbbp) y la precipitación (mm) en el área de estudio.

La metodología utilizada para evaluar la vulnerabilidad del acuífero Pampeano contempla dos etapas principales, comenzando con la elaboración del modelo conceptual del funcionamiento hidráulico e hidrodinámico del acuífero Pampeano y luego realizando la evaluación de su vulnerabilidad de acuerdo a un análisis geoespacial de datos utilizando herramientas geomáticas tales como Global Mapper (Blue Marble Geographic, 2017) y Surfer (Golden Software, 2012) para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfico (GIS).

La primera etapa se realizó de acuerdo a la metodología clásica adaptada de Auge (2004b), que comprende: a) Recopilación y análisis de información meteorológica e hidrodinámica del acuífero Pampeano. b) Muestro de pozos. Se realizaron dos campañas de reconocimiento y muestreo de pozos del acuífero Pampeano en donde se midieron in situ los siguientes parámetros: nivel estático, pH, conductividad eléctrica, temperatura del agua y del aire, y se tomó una muestra de agua por pozo en cada campaña, totalizando 98 puntos de muestreo. c) Sistematización, procesamiento y análisis de la información. Se elaboró una base de datos geoespacial vinculada con información meteorológica, topográfica e hidrogeológica con el objeto de generar mapas específicos. e) Integración de la información. Mediante la integración de la información sistematizada se generó el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico acuífero Pampeano en el área de estudio. Para la evaluación de la vulnerabilidad se siguió el marco metodológico propuesto por Daly y Warren (1998) en donde sobre la base del modelo hidrodinámico generado en la etapa anterior, se evaluó la vulnerabilidad del acuífero Pampeano (Figura 3) mediante el método DRASTIC (Aller et al., 1987).

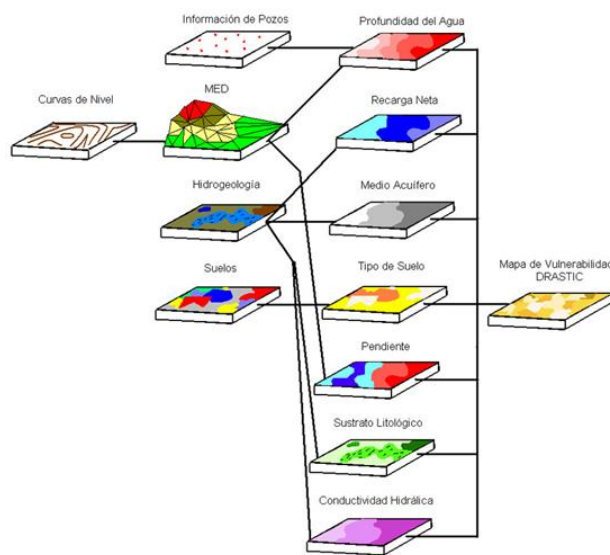


Figura 3: Mapa de ubicación de medidores en el área de estudio.

Este método calcula la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos mediante el producto entre un índice que va de 1 a 10 y un factor de ponderación de acuerdo con las características y el comportamiento de múltiples variables consideradas en el acrónimo DRASTIC: D (*Depth* – Profundidad del agua freática), R (*Recharge* – Recarga Neta), A (*Aquifer* – Litología del Acuífero), S (*Soil* – Tipo de Suelo), T (*Topography* – Topografía), I (*Impact* – Litología de la zona no saturada) y C (*Hydraulic Conductivity* – Conductividad Hidráulica del acuífero). Por último, se sistematiza toda la información y se generan los mapas de vulnerabilidad promedio por zonas. El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo más frecuentes valores entre 50-200. Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se definen en función de la aplicación en donde para este trabajo se han adoptado la siguiente escala (Tabla 1):

Tabla 1. Escala DRASTIC utilizada en el acuífero Pampeano

Índice DRASTIC	Vulnerabilidad
23 – 65	Muy baja
65 – 80	Baja
80 – 100	Moderada
>100	Alta

Resultados

Como se muestra en los mapas de isolíneas (Figura 4), el flujo del agua subterránea adopta el sentido oeste - este, significando una mayor profundidad de los niveles freáticos en el sector oeste (recarga del acuífero) y una cercanía con la cota geográfica en el sector este (menores profundidades del nivel freático). Estos valores se ven condicionados por el efecto del clima sobre la recarga y la profundidad del nivel freático del acuífero Pampeano.

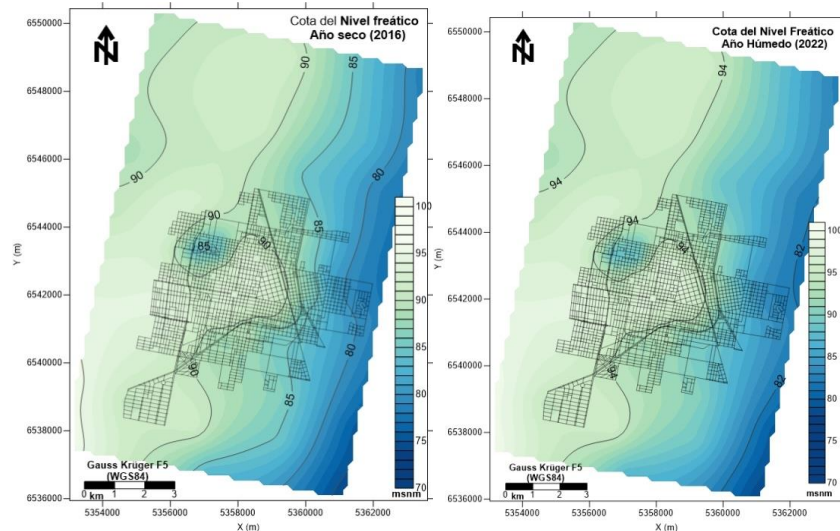


Figura 4. Fluctuación de nivel freático en periodo húmedo (izquierda) y seco (derecha) en el area de estudio

En la Figura 5 se observa el efecto del cambio climático sobre la vulnerabilidad del acuífero Pampeano de acuerdo a la variación paramétrica generada por el efecto del periodo húmedo y seco en la formación geológica del área de estudio. Los resultados muestran que cuando el nivel freático se encuentra cerca de la superficie (zona este) el acuífero Pampeano tiende a ser más vulnerable frente a una posible contaminación del agua subterránea. Este efecto se incrementa con el aumento de la recarga impactando directamente sobre la profundidad del nivel freático del acuífero pampeano.

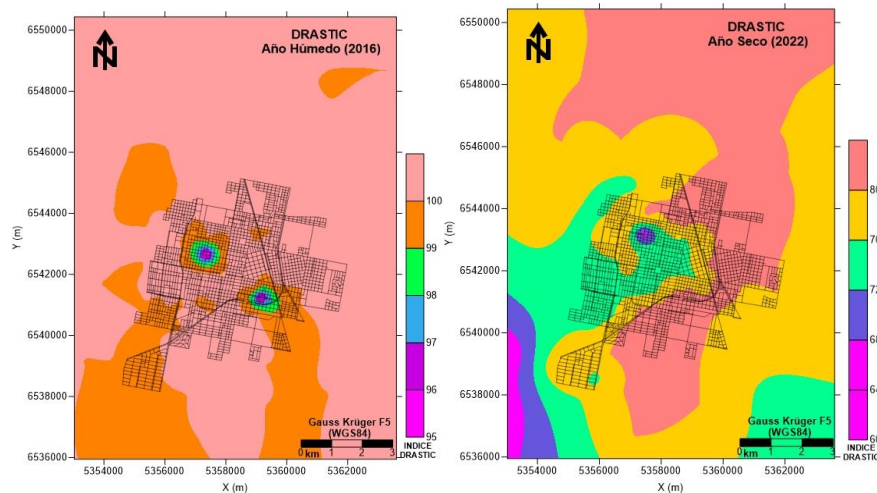


Figura 5. Vulnerabilidad del acuífero Pampeano calculada en periodo húmedo (izquierda) y seco (derecha)

Conclusiones

De acuerdo con los resultados observados, se puede concluir que en el año húmedo el acuífero Pampeano se encontró altamente vulnerable frente a posibles impactos ambientales. En contraste con el escenario anterior, en el año más seco la formación acuífera presentó un rango de vulnerabilidad entre muy baja y moderada. Por último, se puede mencionar que los valores obtenidos están condicionados por el efecto del cambio climático en el periodo analizado. Sin embargo, se debe plantear realizar un análisis utilizando una escala temporal mensual para ver el efecto de la estacionalidad sobre la vulnerabilidad del acuífero Pampeano y de esta manera poder incluir este análisis en la planificación del ordenamiento urbano ambiental de la ciudad de Rafaela.

Referencias

- Aller L., Bennet T., Lehr J., Petty R., Hackett G. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic setting. U.S. EPA(600-2-87-036). 451 pp.
- Auge M. 2004a. Hidrogeología Ambiental. Servicio Geológico y Minero Argentino. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada. SEGEMAR. 131 pp.
- Auge M. 2004b. Vulnerabilidad de acuíferos. Revista Latino-Americana de Hidrogeología. (4):85-103 pp.
- Boidi M. A. 2003. Aspectos hidrogeológicos urbanos y sanitarios en la ciudad de Rafaela. Secretaria de Obras Públicas y Privadas. Municipalidad de Rafaela. 79 pp.
- Blue Marble Geographic. 2017. Global Mapper: software para procesamiento de datos en formato Raster y Vectorial. BMG. 2 pp.
- Custodio E. 1995. Consideraciones sobre el concepto de vulnerabilidad de los acuíferos a la polución. II Seminario Hispano - Argentino sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea. Serie Correlación Geológica. (11): 99-122 pp.
- Daly D., Warren W. P. 1998. Mapping groundwater vulnerability: the Irish perspective. En: Robins N. S. (ed.). Groundwater Pollution, Aquifer Recharge and Vulnerability. Geological Society, London, Special Publications. (130):179-190 pp.
- Diaz E. L., Romero E. C., Boschetti N. G., Duarte O. C. 2009. Vulnerabilidad del agua subterránea en la cuenca del Arroyo Feliciano. Entre Ríos. Argentina. Boletín Geológico y Minero. 120 (4): 533-542 pp.
- Fili M. P., Tujchneider O. C. 1977. Características geohidrológicas regionales del subsuelo de la Provincia de Santa Fe (Argentina). Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral. 8:105-113 pp.
- Foster S. 1987. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution, risk and protection strategy. TNO Comm. On Hydrog. Research. Proceed. And Information. (38): 69-86 pp.
- Giampietro M. 1997. Socioeconomic pressure, demographic pressure, environmental loading and technological changes in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment. (65): 201-229 pp.
- Golden Software. 2012. SURFER: herramienta para mapeo de superficies 2D y 3D. GS. 28 pp.
- Lerner D. N. 2002. Identifying and quantifying urban recharge: a review. Hydrogeology Journal. (10):143-152 pp.
- Petrabissi H., Sapino V., Franco L. G. 2022. Boletín agrometeorológico mensual-INTA Rafaela. 144 pp.
- Tascón L., Márquez M. 2021. Modelo hidrogeológico del acuífero Pampeano en la ciudad de Rafaela. Santa Fe. Argentina. Tesis de Grado. Facultad Regional Rafaela Universidad Tecnológica Nacional. Repositorio Institucional Abierto (RIA). 228 pp.

Evaluación preliminar de la calidad del aire urbano (PM_{2.5} – PM₁₀ – CO₂) en la ciudad de Rafaela, Santa Fe (Argentina)

Preliminary evaluation of urban air quality (PM_{2.5} – PM₁₀ – CO₂) in the city of Rafaela, Santa Fe (Argentina)

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Mariana Carrel

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
mcarrel99@gmail.com

Antonella Fissore

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
antofissore8@gmail.com

María Cielo Pérez

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
mariacieloperez031@gmail.com

Juan Nittmann

Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería (GIAMNCI)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
juannittmann@hotmail.com

Resumen

La contaminación del aire es la presencia en la atmosfera de sustancias en concentraciones que impliquen riesgo para salud. La calidad del aire es cuantificable en función de los niveles de contaminación, en donde uno de los principales contaminantes que merece una atención especial es el denominado material particulado (PM) el cual es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire. El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación preliminar de la calidad del aire urbano de la ciudad de Rafaela utilizando instrumentos digitales de medición continua (AirVisual Pro) colocados en puntos estratégicos del área de estudio. Los resultados del procesamiento estadístico de los datos, aplicando el índice de calidad de aire US-AQI, muestran que la calidad del aire es buena a moderada con picos estacionales de concentración de material particulado durante los meses de mayo y noviembre.

Palabras clave: Calidad del aire, material particulado, Rafaela, evaluación.

Abstract

Air pollution is the presence in the atmosphere of substances in concentrations that pose a risk to health. Air quality is quantifiable based on pollution levels, where one of the main pollutants that deserves special attention is the so-called particulate matter (PM), which is a complex mixture of solid and liquid particles suspended in the air. The aim of this work is to carry out a preliminary evaluation of the urban air quality of the city of Rafaela using digital continuous measurement instruments (AirVisual Pro) placed at strategic points in the study area. The results of the statistical processing of the data, applying the US-AQI index, show that the air quality is good to moderate with seasonal peaks in the concentration of particulate matter during the months of May and November.

Keywords: Air quality, particulate matter, Rafaela, evaluation.

Introducción

De acuerdo con UNICEF (2016) y Daly y Cognuk Gonzales (2021), la contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud pública en el continente americano. Por esta causa, en Argentina cada año mueren 663 personas por millón de habitantes. Cabe destacar, que las personas jóvenes, en particular, los niños y las niñas, son especialmente vulnerables.

De acuerdo a Clark et al (2020) la contaminación del aire es el resultado de múltiples contaminantes que pueden ser de origen natural procedentes de erupciones volcánicas o tormentas de arena. También pueden ser causadas por acción antrópica, por ejemplo, cuando se queman residuos o combustibles fósiles para calentar un espacio, cocinar o desechar elementos.

La principal fuente de emisión de PM_{10} y $PM_{2.5}$ son los procesos de combustión, en particular de la combustión del carbón y otros combustibles fósiles provenientes del funcionamiento de los automóviles, las centrales eléctricas y las industrias. Las partículas de hasta 10 micras de diámetro, o PM_{10} , entran a las vías respiratorias y pueden llegar a instalarse en los pulmones, de forma que pueden generar graves enfermedades. Las partículas de 2.5 micras de diámetro, o $PM_{2.5}$, se consideran las más dañinas de todas ya que por su tamaño pueden ingresar en el torrente sanguíneo humano y son capaces incluso de llegar al cerebro (Suarez et al., 2014).

En este contexto, es fundamental poder medir la contaminación del aire de acuerdo con estándares internacionales actualizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2021. En este trabajo se adoptan como criterio los niveles límites de exposición de material particulado propuestos por la OMS para poder estandarizar y orientar la construcción de políticas públicas para combatir la contaminación del aire en la ciudad de Rafaela. En este marco, los niveles definidos para exposición promedio anual a $PM_{2.5}$ y PM_{10} son $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente (OMS, 2021).

Metodología

El área de estudio donde se lleva a cabo el trabajo se encuentra ubicada en la ciudad de Rafaela, departamento Castellanos, en el centro oeste de la provincia de Santa Fe (Figura 1). La localidad está representada demográficamente por una población de 110.000 habitantes (CENSO 2010) y posee una superficie de 36.48 km^2 , mientras que todo el distrito (urbano y rural) abarca aproximadamente 158 km^2 .

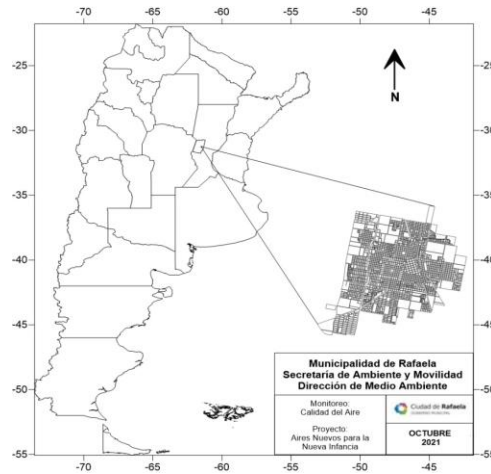


Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio (ciudad de Rafaela).

El clima de Rafaela es cálido y templado con una temperatura (periodo 1945-2020) media anual de 19.3 °C, mínima media de 12.1 °C y máxima media 24.8 °C. La precipitación media (periodo 1930-2020) es 961.5 mm. La humedad relativa promedio (periodo 1970-2020) es de 71.4 %. Los vientos predominantes (periodo 1965-2020) medidos a 10 m de altura son en dirección este la mayor parte del año con variaciones durante los meses de junio, julio y agosto que son predominantemente en dirección sur y presentan una velocidad media anual de 16.75 km/h, mientras que la medición a los 2 m de altura arroja una velocidad media anual de 9.15 km/h. En la Tabla 1 se puede observar la evolución media mensual de las variables climáticas mencionadas anteriormente (Petrabissi et al., 2020).

Tabla 1: Evolución mensual de variables climáticas de interés en el área de estudio.

Variable	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	Periodo												
Temperatura (°C)	1944-2020	26.3	25.0	22.8	19.0	15.8	12.7	12.2	13.8	16.4	19.7	22.7	25.1
Precipitación (mm)	1930-2020	120.3	117.8	149.5	94.4	46.8	27.1	21.9	25.8	40.8	84.8	108.8	123.5
Humedad Relativa (%)	1970-2020	67.0	72.0	75.0	76.0	78.0	78.0	75.0	70.0	68.0	68.0	65.0	65.0
Viento 2 m (km/h)	1965-2020	8.4	7.8	7.6	7.7	8.2	8.8	10.0	10.7	11.0	10.6	9.8	9.2
Viento 10 m (km/h)	1965-2020	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0	19.0	20.0	20.0	18.0	16.0
Dirección 10 m (p.c)	1965-2020	E	SE	E	E	E	S-NE	S	S	SE	E	NE	E

La metodología utilizada para medir la calidad del aire urbano contempla la utilización de instrumentos digitales de medición continua AirVisual Pro (IQAIR-AirVisual, 2019; Zamora et al., 2020) (Figura 2) los cuales están dotados con tecnología láser, control de flujo de aire y autocalibración paramétrica, almacenamiento de datos y conexión de red tipo inalámbrica (WIFI).



Figura 2: Medidor de calidad de aire AirVisual Pro (IQAIR).

El medidor AirVisual Pro permite medir la calidad del aire urbano en ambientes externos o internos mediante el conteo laser del material particulado (PM_{2.5}, PM₁₀) proveniente del flujo de aire que ingresa al mismo de manera controlada y el que luego es expresado en unidades de concentración (µg/m³). Además, utiliza la concentración de dióxido de carbono (CO₂), temperatura (T°) y humedad relativa (%H°) como variables soporte para cálculo del índice de calidad del aire (AQI). En el área de estudio se colocaron estratégicamente tres medidores¹ (Figura 3) en instituciones educativas de primera infancia o cercanas a ellas en el mes de abril del año 2021. Los sensores registran una medición cada 15 minutos de las variables mencionadas anteriormente y son descargados vía web para luego ser procesadas estadísticamente de acuerdo con el siguiente protocolo: concentración media anual, percentil 99.7, % de días que supera la norma diaria, % de horas que el valor horario supera la norma diaria y perfil diurno horario de PM_{2.5} y PM₁₀. Además, para los días del valor del percentil 99.7 se complementa con el valor de la concentración media de CO₂, la temperatura y la humedad.

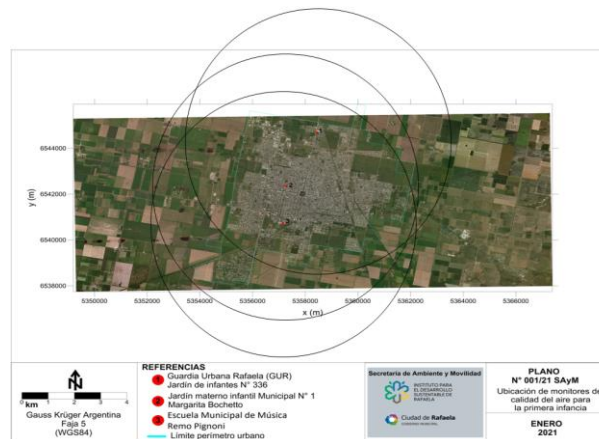


Figura 3: Mapa de ubicación de medidores en el área de estudio.

Por último, se estima el Índice de Calidad de Aire (AQI) referido a la variable material particulado de acuerdo con la Ecuación 1 desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 2018).

$$AQI = \frac{I_{HI} - I_{LO}}{BP_{HI} - BP_{LO}} (C_i - BP_{LO}) + I_{LO} \quad (1)$$

Donde:

AQI = Índice de calidad del aire

ILO = Valor del índice en el límite inferior de la categoría AQI

IHI = Valor del índice en el límite superior de la categoría AQI

BPLO = Punto de quiebre de la concentración en el límite inferior de la categoría AQI

BPHI = Punto de quiebre de la concentración en el límite superior de la categoría AQI

C_i = Concentración del contaminante

El índice AQI es un número adimensional que puede tomar valores en un rango de 0 a 500 unidades y que por convención se ha dividido en seis categorías (Tabla 2), cada una con un grado de diferente afectación a corto plazo a la salud pública.

¹ Actualmente, se trabaja con dos monitores debido a inconvenientes técnicos en un instrumento.

Tabla 2: Categorías correspondientes al Índice de Calidad del Aire (AQI).

Categoría AQI	Rango AQI	Significado
Buena	0 – 50	La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica presenta un riesgo escaso o nulo.
Moderada	51 – 100	La calidad del aire es aceptable, pero para algunos contaminantes podría existir una preocupación moderada para la salud de un grupo muy pequeño de personas excepcionalmente sensibles a la contaminación ambiental.
Insalubre para grupos sensibles	101 – 200	Los miembros de grupos sensibles pueden padecer efectos en la salud. Probablemente no afectará a las personas en general.
Insalubre	201 – 300	Todos pueden comenzar a padecer efectos en la salud y los miembros de grupos sensibles pueden padecer efectos más graves.
Muy Insalubre	301 – 400	Advertencias sanitarias de condiciones de emergencia. Son mayores las probabilidades de que toda la población esté afectada.
Peligroso	401 – 500	Alerta sanitaria: todos pueden padecer efectos sanitarios más graves.

Resultados

De acuerdo con el registro continuo de la concentración de material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀), dióxido de carbono (CO₂), temperatura (T°) y humedad relativa (H°) durante un periodo de 12 meses (abril 2021 – marzo 2022), se puede observar que la media mensual del Índice de Calidad del Aire (AQI) (Figura 4) en los puntos de monitoreo Boschetto y GUR presentan una variación estacional de calidad de aire buena y moderada sin diferencias significativas entre ambos puntos de muestreo.

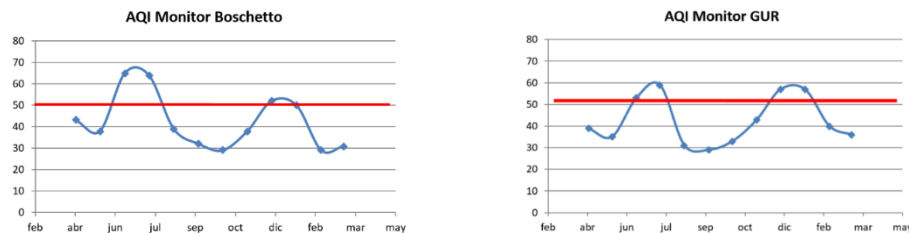


Figura 4. Evolución mensual del Índice de Calidad del Aire (AQI). (La línea de color rojo representa el límite entre una calidad de aire buena y moderada).

De la misma manera que se observa con la variación de AQI en los dos puntos de muestreo, la evolución de la concentración media mensual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM_{2.5} y PM₁₀ (Figura 5) sigue el mismo patrón con un rango de variación equivalente en los dos sitios de monitoreo continuo.

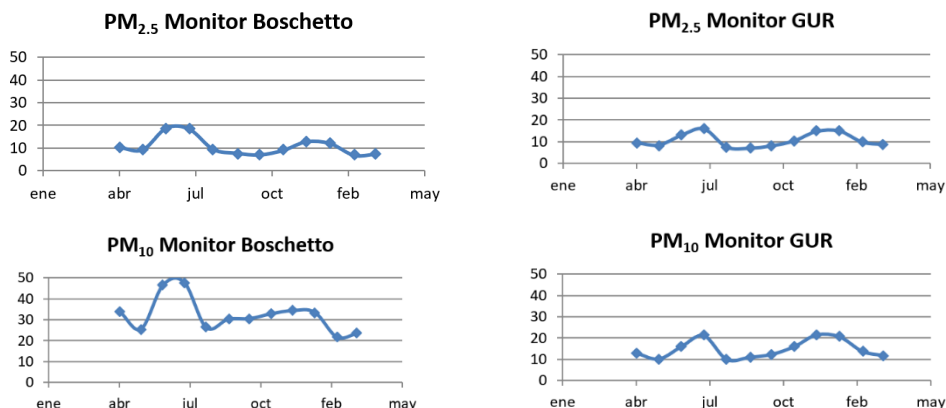


Figura 5. Evolución media mensual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM_{2.5} y PM₁₀ en los sitios de monitoreo del área de estudio.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados observados, se puede concluir que la calidad del aire urbano en la ciudad de Rafaela, para el periodo abril 2021-marzo 2022, ha sido de buena a moderada con picos estacionales de concentración de material particulado durante los meses de mayo y noviembre. Sin embargo, el análisis debería contrastarse con un periodo de monitoreo de material particulado (PM_{2.5}-PM₁₀) de al menos tres años para que el análisis de los datos tenga mayor rigurosidad científica. Además, es necesario analizar cómo se comporta el perfil diurno horario comparando el mismo en los dos sitios de muestreo, y también contemplar en el análisis el valor del percentil 99.7 con los datos de CO₂, como así también correlacionar los datos con los reportados en la Tabla 1.

Cabe destacar, que el presente trabajo reviste carácter de análisis preliminar, por lo tanto, el procesamiento y análisis estadístico completo de los datos en el periodo monitoreado está siendo realizado por personal científico del Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería (GIAMNCI) de la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional en el marco de un proyecto de investigación dentro del Programa de Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable.

Agradecimientos

Se agradece especialmente a la Secretaría de Ambiente y Movilidad de la Municipalidad de Rafaela por el apoyo técnico e institucional. Además, se agradece a la empresa suiza IQAir por el aporte de los medidores en el marco del proyecto internacional "aires nuevos para la nueva infancia" presentado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26), Glasgow, Escocia.

Referencias

- Clark H., Coll-Seck A. M., Banerjee A., Peterson A., Dalgligh S. L., Ameratunga S. 2020. "A future for the world's children?" *The Lancet*. 54 pp.
- Daly A., Cognuk González S. 2021. Calidad del aire: es el momento de actuar. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). 64 pp.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). 2016. "Clean the Air for Children. The impact of air pollution on children". 8 pp.
- IQAIR-AirVisual. 2019. Pro Tech Spec. CDI1092.3 INT 171227. 1 pp.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2021. Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire: partículas en suspensión (PM_{2.5} y PM₁₀), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Ginebra. 16 pp.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2018. ¿La herencia de un mundo sostenible? Atlas sobre salud infantil y medio ambiente. Ginebra. 164 pp.
- Petrabissi H., Sapino V., Franco L. G. 2020. Boletín agrometeorológico mensual-INTA Rafaela. 12 pp.
- Suarez L., Mesías S., Iglesias V., Silva C., Cáceres D., Ruiz Rudolph R. 2014. Personal exposure to particulate matter in commuters using different transport modes (bus, bicycle, car and subway) in an assigned route in downtown Santiago, Chile. *Environ. Sci. Process Impacts*. (16):1309-1317 pp.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2018. Technical Assistance document for the reporting of daily Air Quality - The Air Quality Index (AQI). EPA 454/B-18-007. 22 pp
- Zamora L. M., Rice J., Koehler K. 2020. One year evaluation of three low cost PM_{2.5} monitors. *Atmospheric Environment*. (235): 1 – 11 pp.

Implementación de estación de ensayos bajo norma para generadores eólicos de baja potencia.

Implementation of standard test station for small wind turbines.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Alejandro Blas de Villaflor

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo
adevillaflor@frh.utn.edu.ar

Mariano Gastón Flores

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo
mflores@frh.utn.edu.ar

Javier Alejandro Rubido

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo
jrubido@frh.utn.edu.ar

Juan Pablo Frontera

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo
jfrontera@frh.utn.edu.ar

Carlos Damián Stortoni

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo
cstortoni674@frh.utn.edu.ar

Resumen

Durante los últimos años los trabajos llevados a cabo por el grupo GESE (Grupo de Estudio sobre Energía) de la UTN FRH (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Haedo) se enfocaron en los aerogeneradores de baja potencia. Si bien se realizaron simulaciones computacionales, pruebas en Túnel de viento y en banco de prueba de los distintos proyectos, no se han podido realizar pruebas de campo de estos. Por esto se decidió emprender la implementación de una estación de ensayos bajo norma para generadores eólicos de baja potencia según IEC 61400-12 en el predio que posee la UTN FRH dentro del PITAM (Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón). Concluida esta etapa se procederá a la instalación y prueba de un aerogenerador PIGGOT de 700w construido por el GESE en proyectos pasados.

Palabras claves: Eólica, Paso de Pala, Control, PITAM, Control de Potencia, Estación Meteorológica.

Abstract

The last years of research performed by the group GESE (Energy Research Group) of the UTN FRH (Regional Faculty Haedo of the National Technological University) have been focused on small wind turbines. Although computer simulations, wind tunnel tests and a bench testing of the different projects have been done, field tests were not possible because the lack of a proper test station. Therefore, it has been decided to start the implementation of a test station under IEC 61400-12 standard, in the property assigned to the UTN FRH in the PITAM (Morón Aeronautical Technological

Industrial Park). After the completion of the test station, the group will continue with the setup and test of the PIGGOT wind turbine built by the GESE in past projects.

Keywords: Wind Energy, Blade Pitch, Control, PITAM, Power Control, Meteorological Station.

Introducción

El Grupo de Estudios Sobre Energía de la UTN Facultad Regional Haedo (GESE FRH) es un grupo de investigación multidisciplinario (formado por docentes, alumnos y profesionales de las distintas carreras de ingeniería dictadas en dicha sede), enfocado en la investigación, desarrollo e innovación en temas referidos a la energía. A lo largo de su historia, el GESE FRH llevó a cabo proyectos de distinta índole dentro de la temática energética, como por ejemplo proyectos relacionados con el uso racional de la energía. En los últimos diez años, sus estudios se centraron en la energía eólica, más precisamente en los aerogeneradores de baja potencia, derivando finalmente en el último proyecto de investigación y postgrado presentado por el grupo PID ENTCAHA 8349. Es pertinente hacer un breve resumen de lo realizado en el PID “*Estudio de controles de paso de pala para aerogeneradores de baja potencia*” (UTN1899) finalizado en el año 2016 y en el PID “*Estudio de mejora en la producción energética y vida útil de aerogeneradores eólicos de baja potencia*” (UTI4726TC) finalizado en el año 2019. A continuación, se detallan algunas de las tareas llevadas a cabo:

Adaptación de túnel de viento para prueba del aerogenerador.

Análisis comparativos del aerogenerador con control mecánico de paso de pala y sin él.

Cálculos teóricos del Generador Sincrónico a Imanes Permanentes (PMSG).

Diseño y fabricación de banco de prueba para el aerogenerador.

Diseño y fabricación de sistema mecánico para variación del paso de pala por acción centrífuga.

Fabricación de un rotor con control de potencia por pérdida aerodinámica (*Stall*), basado en el proyecto libre desarrollado por Hugh Piggot.

Modelado de método de control por paso de pala de acción centrífuga, mediante programa computacional.

Modelización dinámica del sistema electro-productor.

Modelización y análisis de curvas aerodinámicas mediante programa computacional.

Prueba de aerogenerador en túnel de viento con control mecánico de paso de pala y sin él.

Como se puede observar en el presente resumen, en los últimos trabajos no se contó con una estación de ensayos en campo, privándonos de prácticas que hubieran sido muy enriquecedoras al poder contrastarlas con los análisis realizados tanto de forma teórica como en el túnel de viento.

Esto motivó la presentación del PID ENTCAHA0008349 el cual tiene como objetivo principal la implementación de una estación de ensayo bajo norma para aerogeneradores de baja potencia.

Dicho proyecto se llevará a cabo en el predio asignado para la facultad dentro del Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón, (PITAM), ya que, debido a las características necesarias tanto de carácter ambiental como de urbanización, no sería posible en el predio que actualmente la Facultad dispone en Haedo.

El proyecto consta de las siguientes etapas:

Conexión eléctrico de potencia e instrumentación entre elementos instalados en torre y la oficina de adquisición de datos.

Emplazamiento de oficina de adquisición de datos, incluyendo equipamiento necesario para tal fin.

Instalación de una torre para aerogenerador construida con tubería de 12 metros de altura, con tensores a los 4 vientos con sus respectivos anclajes y provisiones para elevación.

Instalación de una torre para estación meteorológica construida con tubería de 8 metros de altura, con tensores a 3 vientos con sus respectivos anclajes y provisiones para elevación.

Instalación en torre respectiva de aerogenerador Piggot de 700 W.

Instalación en torre respectiva de anemómetro, veleta y sensores de temperatura, humedad y presión atmosférica para adquisición de datos meteorológicos.

La estación está proyectada para la realización de ensayos bajo norma IEC 61400-12, lo cual permitirá realizar pruebas de certificación de aerogeneradores que se encuentren dentro de los rangos de potencia previstos. Se contempla la implementación de la infraestructura necesaria para brindar soporte al aerogenerador, al sistema de adquisición de datos, y que permita albergar adecuadamente el instrumental y equipamiento involucrado. El equipamiento instalado para la adquisición de tratamiento de datos poseerá una versatilidad amplia, contemplando futuros proyectos sobre energías renovables, como por ejemplo la energía solar.

El proyecto está pensado por la FRH como una punta de lanza para los futuros desarrollos previstos en el PITAM, que se beneficiarán de las tareas de preparación del terreno, instalación de servicios y demás necesidades básicas. Asimismo, los primeros proyectos dentro del predio contribuirán a la generación de vínculos entre la FRH y las empresas localizadas dentro del parque industrial, fomentando la transferencia de tecnología hacia las mismas. Por tratarse de un proyecto integrador y multidisciplinario, fomentará desarrollos tanto en el área de investigación como también en lo académico, el cual abarca las siguientes especialidades y aplicaciones:

Aeronáutica

Diseño aerodinámico de palas, aplicando perfiles específicos para uso eólico.

Estudio de cargas aerodinámicas.

Validación por ensayos de campo de rotores eólicos diseñados utilizando teorías analíticas.

Mecánica

Cálculo de fatiga en palas, estructuras y mecanismos.

Cálculos estructurales.

Diseño y desarrollo de sistemas mecánicos de control.

Electrónica

Adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos.

Sistemas de generación, conversión y almacenamiento de energía eléctrica.

Sistemas de inyección de energía eléctrica a la red de distribución.

Locación

Teniendo en cuenta los proyectos futuros previstos hasta la fecha, las torres del aerogenerador, la estación meteorológica y la oficina estarán emplazadas en la zona central del terreno. Ocupando un área aproximada de 750m². Lo cual nos permitirá a futuro implementar otros sistemas de generación de energías renovables, como energía solar fotovoltaica y generación de biogás.



Figura 1. Imagen satelital del Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón (PITAM, con el perímetro remarcado en rojo). Se señala con un rectángulo amarillo el predio asignado a la UTN-FRH. Fuente: Google maps.



Figura 2. El predio perteneciente a la FRH dentro del PITAM ocupa aproximadamente 65m x 60m. El espacio requerido para la instalación de la estación de prueba de aerogeneradores de baja potencia es de 30m x 25m.

Objetivos Específicos

Adquisición de datos para el relevamiento de las condiciones operativas de un aerogenerador

Se implementará un sistema de adquisición de datos para monitorear parámetros operativos de un aerogenerador: Velocidad de giro en el eje del rotor, Potencia de generación, Tensión de baterías, Ángulo de furling, ángulo de yaw, velocidad de yaw, velocidad y dirección del viento, con una frecuencia de muestreo de 2 veces por segundo y capacidad de almacenamiento interno mínimo de un año, además de ofrecer la posibilidad de acceder a la información de forma remota.

Sistema de medición para condiciones ambientales (estaciones meteorológicas)

Se implementará un sistema para el monitoreo de las condiciones ambientales in situ registrando las variables de velocidad y dirección del viento, presión, humedad, temperatura con una frecuencia de muestreo de 2 veces por segundo y capacidad de almacenamiento interno mínimo de un año, además de ofrecer la posibilidad de acceder a la información de forma remota.

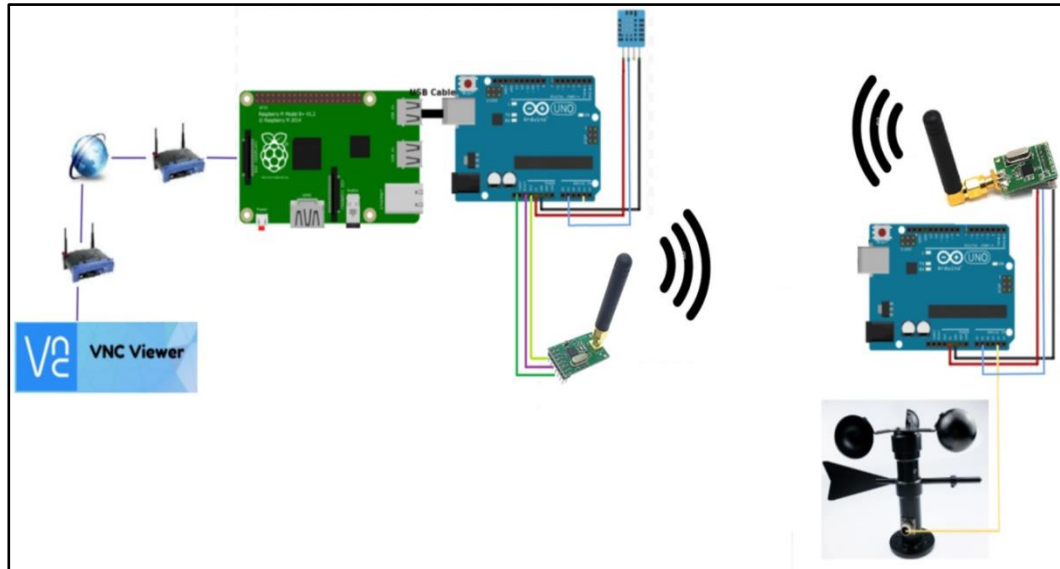


Figura 3. Esquema del sistema de adquisición de datos meteorológicos y de performance del aerogenerador.

Infraestructura y otros

Se deberá instalar una torre para montar aerogeneradores con potencia máxima de hasta 2,5 kW y otra para la estación meteorológica cumpliendo con la normativa vigente impuesta por el predio del PITAM. Ambas torres poseerán un sistema de izaje para una instalación rápida tanto del aerogenerador a ensayar, como de los sensores de datos meteorológicos, evitando así el trabajo en altura.

Se instalará un espacio utilizado como oficina cerrado protegido de la lluvia y debidamente ventilado que permita además albergar, proteger y mantener los equipos necesario para el monitoreo de los parámetros antes descriptos, que aseguren su correcto funcionamiento.

Conclusiones

Si bien se trata de un proyecto ambicioso, estamos convencidos de contar con los recursos necesarios para llevarlo a cabo debido a que en la actualidad contamos con el espacio físico necesario con las características especiales en cuanto a dimensiones y condiciones ambientales, así también, con un grupo de profesionales y recursos humanos que atiendan los desafíos de las distintas áreas técnicas involucradas y el apoyo permanente de las autoridades y toda la comunidad universitaria de nuestra facultad,.

Referencias

- Airfoil Family RISØ_A_XX
- Bertagnolio, Franck; (2001), Wind airfoil catalogue, Denmark.
- Burton, T. Sharpe, D. Jenkins, N. & Bossanyi, E. (2001). Wind Energy Handbook. London: John Wiley and Sons, Ltd.
- David Wood (2011). Small wind turbine Analysis, Design and Application. Nueva York, Springer.

- Eckhard, Gauterin. Niels, Harborth. (2011). Centrifugal Pitch Systems for Small Wind Turbines. 7th EAWC PhD Seminar on Wind on Wind Energy in Europe. Forskningscenter.
- Hugh Piggot (2009). Auto construcción de generadores eólicos
- International Electrotechnical Commission (2014). IEC 61400-12 Small wind turbines
- INTI (2013). "Guía de aspectos generales sobre la instalación de aerogeneradores de baja potencia". Disponible en <<https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/certificaciones/instaladores-de-aerogeneradores-nivel-I/Manual-Instalacion.pdf>>
- Krause, P., Wasinczuk, O. & Sudhoff, S. (2002). Analysis of Electric Machinery and Drive Systems (2da Ed.). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kristian S. Dahl; (1998), Design of the Wind Turbine Airfoil Family RISØ_A_XX
- Manwel, J.F., McGowan, J.G. & Rogers, A.L. (2002). Wind Energy Explained. University of Massachusetts, Amherst, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Marten, David. (2015). QBlade Guidelines v0.6. TU Berlín, Alemania.
- Martínez del Pezzo, Andrés. Menghini, Matías. Scarabino, Ana. Actis, Marcos. (2009). Diseño y Construcción de un Aerogenerador de 1.5 kW. Asades, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Área Departamental Aeronáutica, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Michael S. Selig; (1997), High-Lift Low Reynolds Number Airfoil Design, Urbana, Illinois
- Munteanu, I., Bratcu, A., Cutululis., N. & Seanga, E. (2008). Optimal Control of Wind Power Systems. London: Springer-Verlag London Limited.
- P. Giguere; (1998), New Airfoils for Small Horizontal Axis Wind Turbines, Urbana, Illinois, USA
- Rashid, M. (2001). Power Electronics Handbook. Canada: Academic Press.
- Somers D.M.; (1992) The S814 and S815 Airfoils, Pennsylvania, USA
- Somers, D. M. ; (1993), The S822 and S823 Airfoils, State College, Pennsylvania
- Wood, David. (2011). Small Wind Turbines, Analysis, Design, and Application. London: Springer.
- Wu, B., Yongqiang, L., Zargari, N. & Kouro, S. (2011). Power Conversion and Control of Wind Energy Systems. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

La aptitud en el proceso de enseñanza-aprendizaje

The aptitude in the teaching - learning process

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Edgardo Remo Benvenuto Pérez

Docente de la Universidad Tecnológica Nacional, Fac. Reg. San Francisco, Argentina.
remoben@hotmail.com

Jorge Luis Contreras Vidal

Docente de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
jcontreras@uclv.cu

Resumen

La Aptitud en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) es una propuesta pedagógica que considera fundamentales tres etapas del PEA: la Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad (SSCC) de los contenidos, la metodología y la evaluación.

Se considera que la propuesta es adecuada para aplicar a cualquier asignatura, pero el trabajo es el resultado de una investigación pedagógica en las disciplinas Química Básica y Química Física Básica en la que se analizaron los contenidos de los programas oficiales en la Escuela Media (EM) y Universitaria Inicial (UI), y sus efectos en la enseñanza-aprendizaje. Los contenidos oficiales en la EM y la UI son, en general, ilógicos y caóticos, este concepto surge al analizarlos aplicando la SSCC.

Palabras claves: Aptitud. Química. Contenidos. Metodología. Evaluación.

Abstract

Aptitude in the Teaching-Learning Process (PEA) is a pedagogical proposal that considers three stages of the PEA to be fundamental: Selection, Sequence, Quality and Quantity (SSCC) of the contents, methodology and evaluation.

It is considered that the proposal is adequate to apply to any subject, but the work is the result of a pedagogical investigation in the disciplines of Basic Chemistry and Basic Physical Chemistry in which the contents of the official programs in the Middle School (EM) were analyzed. and Initial University (UI), and its effects on teaching-learning. The official contents in the EM and the UI are, in general, illogical and chaotic, this concept arises when analyzing them applying the SSCC.

Keywords: Aptitude. Chemistry. Contents. Methodology. Evaluation.

Introducción

La Aptitud en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) es una propuesta pedagógica que considera fundamentales tres etapas: la Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad (SSCC) de los contenidos, la metodología y la evaluación. La propuesta es especialmente aplicable a las Ciencias Naturales. Los temas de las Ciencias Naturales tienen una complejidad creciente que permiten un análisis lógico de la Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad (SSCC) de los contenidos, los que se deben realizar con muchas precauciones para evitar desarrollar conocimientos que al avanzar en el tema son contradictorios, incorrectos o invalidados por los conocimientos omitidos. Los autores desarrollan el concepto en el libro *La Teoría de la Omisión y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física* y en la ponencia titulada *Teoría de la Omisión (Toms): propuesta pedagógica para abordar temas*, presentada en 2018 en el IX Congreso Internacional "Didácticas de las Ciencias", celebrado en la Habana, Cuba.

Se considera que la propuesta es adecuada para aplicar a cualquier asignatura, pero el trabajo es el resultado de una investigación pedagógica en las disciplinas Química Básica y Química Física Básica en la que se analizaron los contenidos de los programas oficiales en la Escuela Media (EM) y Universitaria Inicial (UI), y sus efectos en la enseñanza-aprendizaje. Los contenidos oficiales son, en general, ilógicos y caóticos, este concepto surge al analizarlos aplicando la SSCC. Un ejemplo grosero respecto a los contenidos ilógicos y caóticos es desarrollar el modelo de orbitales durante la Escuela Media EM. Otros ejemplos son mezclar equilibrio con cinética química, no explicitar modelos ácido-base.

Al analizar los textos que, en general, se usan, la conclusión es la misma, los contenidos son ilógicos y caóticos y los desarrollos omiten conceptos.

La Figura 1 tiene en la ordenada el porcentaje de personas y en la abscisa los valores de CI.

La figura 1 coincide y es coherente con el concepto subjetivo que el CI de las personas es muy distinto, abarcan un amplio rango y la distribución es gaussiana, el 50 % tiene un CI entre 90 y 109, el 25 % tiene CI menor y el 25 % tiene CI mayores. La figura 1 muestra que el 8 % tiene un CI mayor que 120 y que el 3 % tiene un CI mayor que 3 %.

La expresión “capacidades diferentes” expresa el concepto que, en general, todos somos distintos.

Aceptando que el 50 % con CI entre 90 y 109 es la mayoría “normal”, es necesario analizar la SSCC de los contenidos que se evalúan pueden conocer, comprender y aplicar. Se adopta el siguiente criterio:

* para Química Básica se proponen temas elementales no complejos con herramientas matemáticas elementales. Este criterio se justifica y desarrolla en el libro Química Básica.

* para Química Física Básica se proponen temas fundamentales semicomplejos. Este criterio se justifica y desarrolla en el libro Química Física Básica.

En ambos textos se aplicaron la SSCC, la RomCom y se desarrollaron los temas intentado evitar omisiones.

Se sugiere que los temas de las asignaturas de Ciencias Naturales se deben analizar y justificar aplicando la SSCC de los contenidos.

Además del CI, se deben tener en cuenta otros factores según el caso, por ejemplo, el rango de edad, los objetivos del curso.

Debido a su complejidad, el estudio de Química y Química Física Básica se debe realizar con muchas precauciones para evitar desarrollar conocimientos que al avanzar en los temas son contradictorios, incorrectos o invalidados por conocimientos omitidos. Un concepto fundamental es que los temas tienen una complejidad creciente que permiten un análisis lógico de la SSCC de los contenidos. Se aplica el concepto del Rompecabezas para Comprender (RomCom), este concepto se refiere a la construcción del conocimiento y fundamentalmente a la comprensión de temas de las Ciencias Naturales. Un rompecabezas tiene piezas separadas, su complejidad depende de la cantidad y calidad de las mismas. Las piezas separadas son análogas a los conocimientos sin relación aparente y eventualmente comprendidos, pero de manera desintegrada, si la SSCC es ilógica, se encuentran muchas dificultades para armar el rompecabezas, o sea, comprenderlo. Según la calidad y cantidad de los conocimientos separados, armar el Rompecabezas para Comprender (RomCom) tiene muy distintas y diferentes dificultades.

El RomCom está directamente relacionado con la Pedagogía (Qué): Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad de contenidos.

La Didáctica (Cómo) son los medios, formas, métodos, variables para el Qué. Si el “Qué” es un rompecabezas con omisiones, el “Cómo” es ineficiente y/o inútil. Otra aplicación del rompecabezas para comprender RomCom se refiere a la atomización del conocimiento e integración de las Ciencias Naturales (Contreras et al., 2020). Cualquier trabajo resistir un análisis lógico.

La SSCC, el RomCom y la Toms son complementarios e imprescindibles.

Se propone la SSCC de los contenidos de Química y Química - Física para la Escuela Media EM y Universitaria Inicial UI.

Aplicando la propuesta, se han confeccionado dos libros: Química Básica y Química Física Básica de los autores de este trabajo. Se describen ambos libros:

El texto Química Básica (E. R. Benvenuto Pérez, J. L. Contreras Vidal) es la propuesta para el estudio inicial de Química y para la formación inicial de profesores, especialmente de Física y Química.

Los temas se desarrollan en forma sinóptica, el objetivo es resumirlos con claridad, pero teniendo en cuenta siempre la Teoría de la Omisión: desarrollar los temas y conceptos tratando que no sean invalidados, contradictorios o incoherentes con los omitidos. Se ha publicado un trabajo y un libro de la Teoría de la Omisión (Toms) indicados en la bibliografía.

Un aspecto importante es la terminología usada, las definiciones y significado de los términos elegidos para los temas desarrollados. Se ha realizado al respecto el trabajo Delta Química ΔQ : una revisión de conceptos y terminología. Es muy importante explicitar el significado de cada término, aspecto fundamental para la enseñanza - aprendizaje. En el texto se usa la terminología del trabajo Delta Q.

La información, secuencia y análisis histórico se consideran muy importantes.

Se incluyen Lecturas Complementarias con el objetivo de ampliar conocimientos y abordar distintos temas.

Se es consciente que la propuesta pedagógica es distinta a la que se presenta en los textos básicos de Química, pero se considera que la misma puede disminuir las dificultades en el estudio, conocimiento y comprensión de la Química.

El criterio de repetir temas o conceptos que se consideran fundamentales se basa en que la repetición se desarrolla en distintos contextos, con distinta profundidad, el objetivo es que se comprendan y asimilen correctamente.

Los temas seleccionados y la secuencia se indican a continuación:

1. Conocimientos básicos I; 2. Cuerpos y sustancias; 3. Estructura del átomo; 4. Estructura de los cuerpos; 5. Conocimientos básicos II; 6. Naturaleza de la materia; 7. Sustancias compuestas; 8. Fenómenos químicos clásicos.

* Los capítulos 1, 2, 3 y 4 contienen temas básicos y fundamentales cuyo conocimiento y comprensión se estiman imprescindibles para iniciar el estudio de las Ciencias Naturales, por ejemplo, cuerpos y sustancias, estructura de los cuerpos.

* Los capítulos 5, 6, 7 y 8 retoman temas anteriores, avanzan en su desarrollo y se inicia el estudio de otros temas básicos, por ejemplo, naturaleza de la materia, fenómenos químicos.

Los temas del texto se pueden llamar Química Clásica, incluye los primeros estudios científicos (experiencias cuantitativas) realizados, casi todos en el siglo XIX, que continúan siendo válidos y fundamentales.

Algunos temas se aplican y desarrollan en problemas de aplicación de distinta complejidad, considerando que son importantes para la comprensión de los temas.

Para los problemas de aplicación se presentan ejercicios propuestos, se señala que para su resolución se debe usar el Suplemento de Datos que se adjunta en el texto, y cualquier Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Los enunciados están confeccionados con el criterio que es necesario usar información del Suplemento de Datos para su resolución, en los enunciados no se incluyen datos necesarios, por ejemplo, constantes, equivalencias de unidades, los cuales se encuentran en el Suplemento de Datos que incluye leyes naturales y fórmulas con el objetivo que no memoricen las mismas, si no que conozca y comprenda su significado y aplicabilidad.

Se ha confeccionado una tabla periódica llamada Tabla PERB (CEE) de los Elementos Químicos con el modelo de capas electrones, confeccionada con un criterio pedagógico, que se incluye en el libro.

El texto Química Física Básica (E. R. Benvenuto, J. L. Contreras Vidal) se ha realizado con el criterio de abordar y desarrollar temas que son fundamentales para el conocimiento, comprensión y aplicación de las Ciencias Naturales Química y Física - Física.

Los temas se desarrollan en forma sinóptica, se ha intentado resumirlos con claridad pero teniendo en cuenta siempre la Teoría de la Omisión: desarrollar los temas y conceptos tratando que no sean invalidados, contradictorios o incoherentes con los omitidos.

La Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad SSCC de los temas es fundamental y se ha realizado después de un análisis crítico, no repitiendo esquemas conocidos e intentando aplicar una Lógica Químico - Física que disminuya las dificultades en su conocimiento y comprensión, por ejemplo:

- * desarrollar primero los fenómenos precursores de los modelos modernos imprescindibles para una comprensión elemental del tema.

- * desarrollar los modelos de estructura electrónica por separado, según su complejidad, primero el modelo de electrones en capas (menos complejo) y luego el modelo en orbitales atómicos.

- * analizar la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (EQ) aplicando los dos modelos anteriores: constitución de electrones en capas o en orbitales.

- * confeccionar Tablas Periódicas de los Elementos Químicos con un criterio pedagógico y coherente con conceptos químicos: Tablas PERB de los EQ. Se confeccionaron dos Tablas PERB: en Capas de Electrones Exteriores CEE y en Envolturas Electrónicas en Orbitales EEO.

- * analizar propiedades periódicas de los EQ mediante figuras (gráficas PERB).

- * estudiar los modelos de uniones entre partículas (UP) destacando la diferencia entre uniones entre átomos (UA) o uniones entre moléculas (UM), su relación con la formación moléculas poliatómicas y de cuerpos formados por moléculas monoatómicas o poliatómicas o iones o átomos.

- * desarrollar sistemas macroscópicos, cuerpos gas, vapor, líquido y sólido.

- * abordar el equilibrio químico antes (o simultáneamente) que cualquier tema que incluya fenómenos químicos comunes o clásicos reversibles.

- * desarrollar los temas equilibrio químico y cinética química en capítulos separados.

- * abordar los temas Electroquímica y Termoquímica desarrollando conocimientos básicos de Física.

Cuanto más complejo es el tema, más probable es que al abordarlo se presente la Teoría de la Omisión (TOMs), o sea que los conceptos desarrollados sean incorrectos o incoherentes con los omitidos, por ejemplo, en general hay omisiones en los temas constitución electrónica, equilibrio químico, ácidos y bases, cinética química, energía (trabajo y calor), electroquímica. También hay ejemplos en temas elementales: ley de Lavoisier, molécula, masa atómica y número de masa. Estos y otros ejemplos están desarrollados en el trabajo Teoría de la Omisión.

Se es consciente que la propuesta es distinta, en general, a la que se presentan en los textos de Química General, pero se considera que la misma puede disminuir las dificultades en el conocimiento y comprensión de los temas.

Los temas seleccionados y la secuencia elegida se indican a continuación:

- * *Capítulo 1. Estructura de la materia:* los modelos de la estructura del átomo son fundamentales y se propusieron durante el siglo XX. Se desarrollan los dos modelos de estructura electrónica: en capas o en orbitales.

- * *Capítulo 2. Clasificación periódica. Propiedades periódicas:* tema fundamental para las Ciencias Naturales, se analiza la Tabla Periódica de los EQ con los dos modelos electrónicos: en capas o en orbitales. También se analizan con los dos modelos varias propiedades periódicas. El conocimiento de la estructura electrónica permite un avance significativo en justificar el comportamiento químico periódico de los elementos químicos. Se han confeccionado dos Tablas Periódicas con un criterio pedagógico, una con el modelo de capas y otra con el de orbitales.

- * *Capítulo 3. Sustancias y cuerpos. Uniones entre partículas (UP):* es fundamental la clasificación de sustancias y de fenómenos químicos. El conocimiento de la estructura electrónica de los átomos permite un avance significativo en justificar

algunas causas de las uniones entre átomos (UA), entre moléculas (UM) y en la formación de cuerpos líquidos y sólidos (la Física de los electrones exteriores del átomo “explica” los fenómenos químicos clásicos).

* *Capítulo 4. Sistemas macroscópicos:* se describen propiedades y características de los cuerpos gas, vapor, líquido y sólido, sistemas formados por miles de millones de partículas (macroscópicos). El tema estado gas es clásico en los textos de Química General, es un tema de Física, pero está relacionado con la Química.

* *Capítulo 5. Las disoluciones:* muchos sistemas comunes e importantes donde se producen fenómenos químicos comunes o clásicos reversibles ocurren en disoluciones acuosas (ac). Las (ac) no son mezclas, hay fenómenos químicos clásicos (combinaciones). El tema está muy relacionado con el capítulo 6: equilibrio químico.

* *Capítulo 6. Equilibrio químico:* tema fundamental e imprescindible para avanzar en el conocimiento y comprensión de los fenómenos químicos comunes o clásicos reversibles. Presenta dificultades para su estudio, es complejo y fácilmente se introducen conceptos incorrectos. Este capítulo contiene otro tema complejo: comportamiento químico ácido o básico. En ambos es muy común la Teoría de la Omisión TOMs.

* *Capítulo 7: Cinética química:* tema muy complejo e importante para los fenómenos químicos. Tiene características análogas al capítulo 6, es común desarrollar conceptos erróneos y omisiones (TOMs).

* *Capítulo 8. La química y la electricidad:* típico tema físico-químico porque es necesario un conocimiento básico de Física Eléctrica para estudiar fenómenos químicos clásicos en donde se producen reacciones de oxidación y reducción (redox) con intercambio de electrones. Se estudian dos sistemas: campos eléctricos (fuentes de energía) sin intensidad de corriente: pilas químicas ($I = 0$) y fenómenos químicos clásicos redox con flujo de electrones: electrólisis ($I \neq 0$).

* *Capítulo 9. La química y la energía:* el concepto de energía E es un tema fundamental para las Ciencias Naturales, interviene en los fenómenos químicos clásicos, es imprescindible su conocimiento y comprensión. Igualmente que en otros temas, es complejo. Se desarrollan conceptos básicos de los principios 1ro. y 2do. de la Termodinámica.

Se proponen problemas de aplicación de distinta complejidad con un criterio que exige el uso del Suplemento de Datos para su resolución. Los problemas son imprescindibles para la comprensión de conceptos.

Para los problemas de aplicación se presentan ejercicios propuestos, se señala que para su resolución se debe usar el Suplemento de Datos que se adjunta en el texto, y cualquier Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Los enunciados están confeccionados con el criterio que es necesario usar información del Suplemento de Datos para su resolución, en los enunciados no se incluyen datos necesarios, por ejemplo, constantes, equivalencias de unidades, los cuales se encuentran en el Suplemento de Datos que incluye leyes naturales y fórmulas con el objetivo que no memoricen las mismas, si no que conozca y comprenda su significado y aplicabilidad.

Se ha confeccionado una tabla periódica llamada Tabla PERB (OAP) de los Elementos Químicos con el modelo de electrones en orbitales, confeccionada con un criterio pedagógico, que se incluye en el libro.

Las dos Tablas PERB de Elementos Químicos (CCE y OAP) están publicadas en cartulina.

Metodología.

La metodología propuesta es presentar al inicio del curso el PEA de la asignatura y los contenidos exigidos en las evaluaciones desarrollados en un material escrito para que los pueda estudiar, analizar y consultar cualquier duda durante las clases. Esencialmente, las clases presenciales o virtuales son de consulta. La clase expositiva, desarrollar un tema durante la clase, se considera ineficiente para la enseñanza-aprendizaje, se pueden desarrollar temas pero lo que se exige es el material escrito. Eventualmente se pueden confeccionar guías de estudio porque el alumno tiene que conocer dónde están los temas exigidos en las evaluaciones.

Se debe incluir un cronograma con la información de las actividades, especialmente las fechas de evaluación durante el curso.

Esta metodología se considera adecuada para cualquier asignatura.

Se destaca que en Ciencias Naturales son muy importantes para la enseñanza - aprendizaje realizar trabajos experimentales.

Evaluación.

La evaluación es una etapa fundamental del PEA, los métodos de evaluación propuestos son evaluaciones objetivas escritas presenciales personales. Esta evaluación tiene características importantes: el docente la confecciona antes de la evaluación (puede tener distinto nivel), durante la evaluación todos los alumnos tienen igual exigencia (independiente del docente), se pueden revisar y analizar después y atender cualquier consulta o reclamo que el alumno desee. Toda la información sobre la evaluación se debe comunicar antes a los alumnos: método, calificación, requerimientos, tiempos.

Se considera que la evaluación oral es incorrecta porque es, por ejemplo, subjetiva, depende del examinador, es muy distinta para cada alumno, depende de la cantidad de alumnos. La evaluación es una etapa fundamental del PEA porque es el final de una asignatura, el alumno que aprueba deja de tener contacto con la asignatura.

La Promoción Directa propone realizar evaluaciones durante el curso ofreciendo aprobar la materia sin examen final. Los contenidos se separan en partes o unidades y de cada una se toman evaluaciones. Se considera importante tomar como mínimo dos evaluaciones de cada unidad y que quede la mejor nota. La calificación puede tener 3 niveles: aprobar, regular, libre.

Descripción de la experiencia de Química General 1er. año de Ingeniería de la UTN:

Un autor, E.R.Benvenuto, ha aplicado el PEA propuesto durante más de 20 años en la materia Química General de las carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional UTN (Argentina) en cursos numerosos.

Se presenta y analiza el PEA al inicio de las clases con los alumnos. Se entrega el material de los contenidos y el cronograma del curso. En las evaluaciones la materia exige problemas teóricos y numéricos.

Los contenidos se separan en 3 unidades y de cada una se toman 2 evaluaciones teóricas escritas objetivas, como mínimo 20 consignas Verdadero o Falso. El alumno tiene 3 opciones para cada consigna: si no responde es nula, si responde puede acertar (positivo +) o errar (negativo -). La nota es la suma algebraica de + y -, por ejemplo, de 20 no responde 2, de las 18, 15 + y 3 - = 12 (60 %). Luego se toman problemas numéricos de aplicación que se califican: puntaje completo con resultado correcto, pero también se califica parcialmente lo desarrollado por el alumno. Este PEA se aplicó más de 20 años en las Fac. de San Francisco y Paraná de la UTN ofreciendo Promoción Directa (aprobar sin examen final).

Aprobar la materia por cualquier forma desconecta al alumno de la asignatura y además aprobar no es aprender.

Conclusiones.

El trabajo propone y justifica que es imprescindible realizar, según las aptitudes, una Selección, Secuencia, Calidad y Cantidad SSCC de contenidos de las asignaturas Química y Química Física y, en general, en cualquier asignatura.

Se han analizado los contenidos oficiales y varios textos que se usan aplicando la SSCC, la RomCom y la TOMs, se concluye que, en general, son ilógicos, caóticos, los desarrollos tienen errores y omisiones. Es absurdo y no resiste ningún análisis que, en general, los contenidos de la escuela media EM de Química incluyan temas complejos, un ejemplo grosero al respecto es desarrollar el modelo de orbitales durante la Escuela Media EM, además de, por ejemplo, cinética química, termodinámica. El alumno no comprende, por ejemplo, porcentaje, densidad, algebra elemental, Física y Química básicas pero se desarrollan orbitales. En la universitaria inicial UI, por ejemplo, se mezclan equilibrio con cinética química, no se desarrolla equilibrio múltiple, no se explicitan los modelos ácidos – base. En general, los textos tienen características semejantes.

Los libros presentados en el trabajo presentan una propuesta con análisis y argumentos en los Prefacios para la SSCC de contenidos y desarrollos de Química y Química Física. Los dos libros son adecuados para educación a distancia.

También es importante la metodología y sobre todo es fundamental la evaluación.

Se estima que la propuesta del trabajo es especialmente conveniente para aplicarla, por ejemplo, en Física, fundamental para las Ciencias Naturales, eventualmente se sugiere considerar aplicar a otras asignaturas.

Se reitera que en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencia Naturales es imprescindible SSCC de los contenidos de las asignaturas (Pedagogía – Qué) porque es posible realizar un análisis lógico, mientras que la Didáctica (Cómo) es muy variable, depende de condiciones y situaciones muy distintas de cada alumno que al ser distintos (capacidades diferentes) el Cómo es muy distinto.

Es evidente que todas las personas son distintas, tienen capacidades diferentes lo que es imprescindible tener en cuenta para la SSCC de los contenidos y la metodología.

Si el **qué** es ilógico, incoherente, confuso, el **cómo** es ineficiente e inútil.

Si el **qué** es lógico, el **cómo** no es único, muy variable y personal.

Aparte de la Aptitud medible con desconfianza, existe la Actitud que es subjetiva y muy variable: puede y quiere; puede y no quiere; no puede y quiere; no puede y no quiere.

Todos somos distintos en APTITUD Y ACTITUD, luego el PEA es muy complejo.

Referencias

* Benvenuto Pérez E.R; García J.R; Contreras Vidal J.L. (2016), Teoría de la Omisión (TOMs): propuesta para abordar temas”, IX Congreso Internacional “Didácticas de las Ciencias”, La Habana, Cuba.

* Benvenuto Pérez E.R, Conferencia temática “Propuesta pedagógica para la Tabla Periódica de los Elementos Químicos” (2018), X Congreso Internacional “Didácticas de las Ciencias”, La Habana, Cuba.

* Benvenuto Pérez, E.R; Contreras Vidal J.L. (2020), Química Física Básica, Repositorio Institucional Abierto RIA, Universidad Tecnológica Nacional Fac. Reg. San Francisco, Argentina.

* Contreras Vidal, J.L; Benvenuto Pérez; E.R; Sifredo Barrios, C; Rivero Pérez, H.R; Pedraza González, X. (2019), La Teoría de la Omisión y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, ISBN: 978-959-7225-42-3, Editorial Académica Universitaria (Edacun), Universidad de Las Tunas, Cuba.

* Benvenuto Pérez, E.R; Contreras Vidal J.L. (2022), Química Básica, Editorial Académica Española EAE. ISBN: 978-620-3-88850-8.

* Contreras Vidal, J.L, Benvenuto Pérez E.R, Pérez Paz M.O, López Villavicencio, V.L, Álvarez González R. (2020), Las Ciencias Naturales desde las tareas docentes integradoras, ISBN: 978-959-7225-69-0, Editorial Académica Universitaria (Edacun), Universidad de Las Tunas, Cuba.

Modelo preliminar de flujo de agua subterránea del acuífero freático en la cuenca del Arroyo Cululú, Santa Fe (Argentina)

Preliminary model of Groundwater flow of the phreatic aquifer in the Cululú stream Basin, Santa Fe (Argentina)

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Natalia Ramos

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
ramos.nataliab@gmail.com

Joan Franzen

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
joanfranzen2@gmail.com

Joaquin Viotti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
joaviotti@gmail.com

Juan Nittmann

Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería (GIAMNCI)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina
juannittmann@hotmail.com

Resumen

La región sur de Sudamérica ha sido afectada por eventos climáticos extremos, aumentando el riesgo de inundaciones. El estudio de la problemática hídrica merece un abordaje profundo para evitar desastres naturales futuros. El enfoque de análisis y solución del problema se debe abordar desde el estudio de sistemas, donde la cuantificación numérica de los procesos hidrológicos adquiere mayor relevancia. El área de estudio comprende la cuenca del arroyo Cululú con una superficie de 9500 km², registros de precipitaciones anuales crecientes y una relación precipitación-recarga de acuífero freático que es de principal interés para entender el funcionamiento hidráulico y establecer medidas de acción ante distintos escenarios climáticos. La metodología utilizada en este trabajo comprende la elaboración de un modelo conceptual hidrogeológico y su validación mediante la simulación numérica utilizando VISUAL MODFLOW. El modelo fue calibrado en estado estacionario y muestra que el flujo de agua subterránea es condicionado por la recarga.

Palabras clave: hidrogeología, simulación, acuífero, Arroyo Cululú, VISUAL MODFLOW

Abstract

The southern region of the South American continent has been affected by extreme weather events increasing the risk of floods. The study of water problems is a current challenge that deserves an in-depth approach to avoid future natural disasters. The analysis and problem solving approach must be approached from the study of systems, where the numerical quantification of hydrological processes acquires greater relevance.

The study area includes the Cululú stream basin with a surface area of 9500 km², annual precipitation records with an increasing trend and a precipitation-recharge relationship of the phreatic aquifer which is the main interest to understand the hydraulic operation and establish action measures before different climate scenarios. The methodology used for the development of the work comprises the elaboration of a hydrogeological conceptual model and its validation through numerical simulation using VISUAL MODFLOW. The model was calibrated in steady state and shows that groundwater flow is conditioned by recharge.

Keywords: hydrogeology, simulation, aquifer, Cululú stream, VISUAL MODFLOW

Introducción

Las consecuencias de la variabilidad climática como resultado de cambios en eventos extremos ha significado pérdidas económicas y sociales muy significativas, en especial, cuando la precipitación es la variable que interviene directamente generando dramáticos acontecimientos como es el caso de inundaciones en áreas urbanas y rurales (Grimm y Tedeschi, 2009). Según los datos presentados en Giorgi (2002), el sur de América del Sur mostró un aumento de la precipitación del 14% durante el período 1901-1998 (98 años). Este es el mayor incremento de todas las regiones subcontinentales. Otros estudios también muestran una tendencia creciente de precipitaciones en la Cuenca del Plata para el período 1977-2006 (Forte Lay et al., 2008). Castañeda y Barros (1994) mencionan que la precipitación anual al este de los Andes, entre los paralelos 22°S y 45°S, se incrementó en la segunda mitad del siglo XX, siendo en algunos sitios superior al 30%. Marengo et al. (2009) realizaron una predicción climática para América del Sur y sus resultados indican un aumento en los eventos de precipitación extrema para el período 2071-2100 en comparación con la situación actual. Esta condición climática pronosticada aumentaría el riesgo de futuras inundaciones, lo que generaría enormes pérdidas económicas. Las consecuencias de la variabilidad climática en la cuenca del Plata, de la cual forma parte la Cuenca de Cululú, se hicieron evidentes durante los años 2003 y 2004. En el año 2003, las consecuencias socioeconómicas de los eventos hidrológicos extremos se hicieron notorios en la provincia de Santa Fe catalogándose como la peor catástrofe ambiental de la Argentina de las últimas décadas. Un aumento repentino de 4 m del río Salado, cerca de la ciudad de Santa Fe, provocó la inundación de partes de la ciudad donde 120000 personas fueron desplazadas de sus casas y como resultado directo 23 personas murieron (Ferreira, 2006). La inundación fue causada por un evento de precipitación extrema que tuvo lugar en la parte sur de la cuenca del río Salado que se encuentra en la provincia de Santa Fe y en donde el sistema hidrográfico de descarga más representativo es la cuenca del arroyo Cululú (Giampeieri et al., 2004). Conocer la profundidad del nivel freático y su relación ante variaciones provocadas por eventos climáticos extremos es muy importante a la hora de planificar estrategias eficaces en el manejo de recursos hídricos y, de esta manera, mitigar el riesgo de inundaciones evitando pérdidas socioeconómicas importantes (Ferreira et al., 2012). Para obtener una visión del impacto del cambio climático en los procesos hidrológicos y, por lo tanto, en el comportamiento de los acuíferos, se pueden utilizar modelos matemáticos. Estos modelos pueden proporcionar una visión rápida del comportamiento espacial y temporal de un sistema usando diferentes escenarios climáticos como entrada, lo que resulta en predicciones para el comportamiento de los sistemas en escenarios futuros (Wang y Anderson, 1982).

El objetivo de este trabajo fue realizar un modelo preliminar de flujo de agua subterránea del acuífero freático de la cuenca del arroyo Cululú y de esta manera poder utilizar el mismo como soporte para los futuros planes locales de gestión hídrica.

Metodología

El área de estudio comprende la cuenca del arroyo Cululú (Figura1), con una superficie aproximada de 9500 km², una amplitud de 130 km en sentido Este-Oeste y de 100 km en sentido Norte-Sur, es parte de la cuenca del río Salado de Santa Fe y, por lo tanto, una subcuenca que puede desempeñar un papel importante en eventos hidrológicos en el futuro. Gran parte del territorio de la Provincia de Santa Fe se desarrolla en un ambiente geomorfológico típico de llanura donde existe un escaso relieve lo cual condiciona la casi inexistencia de una red de drenaje definida y organizada en donde la amplitud y frecuencia de los cambios climáticos ocurridos están manifiestas en el registro sedimentario desarrollado durante el período Cuaternario (Krohling y Brunetto, 2013). La cuenca del arroyo Cululú es la mayor de las subcuencas que componen la cuenca fluvial del Salado. Su morfología está controlada por lineamientos tectónicos y con un área plana de pendiente general muy suave hacia el este con principal desarrollo de una red de afluentes sobre la margen derecha con cañadas subparalelas que hacia el este se integran a la red fluvial (Iriondo, 2012; Krohling y Brunetto, 2013). Geológicamente, la disposición estratigráfica, ordenada en el sentido de las edades crecientes muestra en la culminación de la columna a los sedimentos pampeanos (acuífero Pampeano), depósitos cuaternarios (Pleistoceno) de origen eólico y fluvial constituidos por loess y limo loessoides con CaCO₃ concrecional que en su sección superior contiene a la capa freática, mientras que la base es un estrato limo arcilloso de que se comporta como acuitardo, y es límite con la formación Puelche (acuífero Puelche), de origen fluvial, formada por arenas amarillentas cuarzosas de grano fino a mediano correspondientes al periodo transicional Neógeno-Cuaternario (Pleistoceno Inferior-Plioceno) (Auge, 2004).

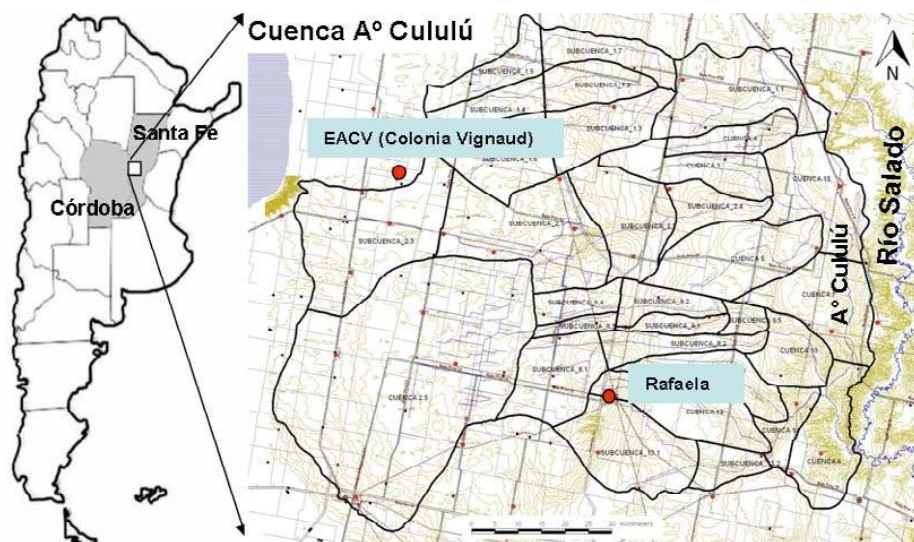


Figura 1 – Ubicación geográfica del área de estudio (INA, 2007)

El paquete sedimentario conformado por el acuífero Pampeano y Puelche se denomina hidrogeológicamente como sección epiparaniana y es el portador de aprovisionamiento de agua subterránea en todo el territorio de la provincia de Santa Fe (Fili y Tuchneider, 1977). El área de estudio se encuentra en su mayor parte en la Provincia de

Santa Fe, es parte de la región Chaco Pampeana y de la Cuenca del Río de la Plata. Como se describió anteriormente, el clima en esta región ha cambiado en las últimas décadas. Esto también ha afectado las descargas de los ríos y los niveles freáticos en la región alrededor de la cuenca de Cululú. Los niveles freáticos promedio anuales aumentaron 9 m en tres décadas y el aumento del módulo anual del nivel del agua del río Salado en un 100% desde los años 70 en la Ruta Provincial 70, Provincia de Santa Fe (Ferreira y Rodríguez, 2005).

Este trabajo comprende dos actividades principales, elaboración del modelo conceptual del funcionamiento hidráulico y simulación numérica del flujo de agua subterránea del acuífero freático de la cuenca del arroyo Cululú. A continuación, se detalla la metodología seguida en cada una.

1-Elaboración del modelo conceptual: se siguió una metodología clásica adaptada de Bredehoff (2005) y Betancur et al. (2012), que comprendió: a) Recopilación y análisis de información bibliográfica. Recopilación de información meteorológica, piezométrica, hidrométrica, hidroquímica y geológica. b) Muestro de pozos y cuerpos de agua superficial. Se realizaron dos campañas de reconocimiento durante el año 2019 (marzo – noviembre). Se tomaron muestras de 136 pozos del acuífero Pampeano en donde en cada lugar de muestreo se midieron los parámetros siguientes: nivel estático, altura hidrométrica, pH, conductividad, temperatura del agua y del aire. Se extrajeron muestras de agua para la determinación de iones mayoritarios. Las salidas de campo fueron realizadas en colaboración con becarios e investigadores afectados al proyecto (interrumpido por pandemia). Se evaluaron lugares adecuados para la instalación de freátímetros para establecer una red homogénea de medición de niveles. c) Sistematización, procesamiento y análisis de la información. Se elaboró una base de datos geoespacial vinculada con información hidrométrica, meteorológica, topográfica, geológica, fraticométrica e hidroquímica con el objeto de generar mapas específicos, como así también la estimación de la recarga. e) Integración de la información. Mediante la integración de la información sistematizada se generó el modelo conceptual de funcionamiento hidráulico del acuífero Pampeano en el área de estudio formulando distintas hipótesis de funcionamiento.

2-Simulación del flujo de agua subterránea: a modo de referencia se siguió para la elaboración de ciertas tareas el marco metodológico general propuesto por Anderson y Woessner (1992). En primer lugar, sobre la base del modelo conceptual hidrogeológico, se simuló numéricamente el flujo subterráneo mediante el código MODFLOW (McDonald y Harbaugh, 1988). MODFLOW resuelve la ecuación de flujo subterráneo mediante el método de Diferencias Finitas, con el soporte de la interfaz visual del software VISUAL MODFLOW (WaterloHydrogeologicInc). Esta interfaz permite facilitar al usuario integrar todos los elementos del modelo conceptual necesarios para una buena interpretación, permitiendo la organización de la información en elementos del territorio simulado como el contraste entre diversas hipótesis de trabajo. El programa permite importar archivos en formato Shapefile para la definición y construcción de las diferentes componentes de la estructura del modelo (dominio de modelación, zonificación de la recarga, conductividad hidráulica, explotación, recursos superficiales y condiciones de borde representados en el modelo). Luego se realizó un análisis completo de los resultados de las simulaciones comparando los distintos balances de masa.

Resultados

El modelo conceptual, observado en la Figura 2a, muestra que el flujo de agua subterránea es en sentido oeste este, con valores de 105 msnm en el sector oeste y de 25 msnm en el sector este. El patrón de flujo se ve condicionado por la litología del acuífero y por los escasos gradientes hipsométricos e hidráulicos correspondientes a zonas de llanura.

Los resultados del modelo numérico (Figura 2b) muestran que los parámetros adoptados reproducen aceptablemente la freaticimetría del acuífero simulado representado en el modelo conceptual. La simulación numérica fue desarrollada utilizando como parámetros base una conductividad hidráulica de 2.5 m/d, una recarga de 58 mm, un tamaño de celda de 1 km² (10000 celdas) y las condiciones de borde (tipo Dirichlet) de 105 msnm y 25 msnm en los bordes oeste y este respectivamente.

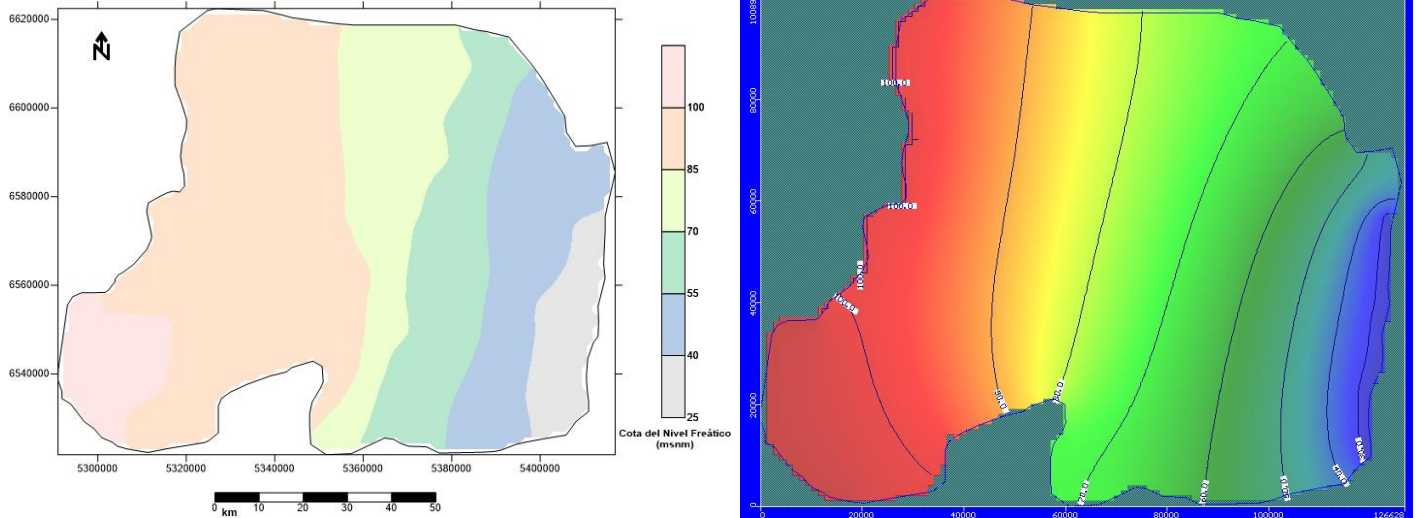


Figura 2 – Modelo conceptual (a:izquierda) y numérico (b:derecha) de flujo de agua subterránea del acuífero freático de la Cuenca del arroyo Cululú

Conclusiones

El área es muy extensa para generar un modelo global con la escasa disponibilidad de datos existente, por lo que se debería analizar la posibilidad de generar modelos locales para estimar con mayor precisión los parámetros geohidráulicos adecuados para el modelo global. Cabe mencionar que algunos ya se están llevando a cabo en la ciudad de Rafaela.

El patrón de flujo de agua subterránea obtenido en el modelo presentado en el mapa freaticométrico es en sentido Oeste – Este correspondiéndose con los resultados obtenidos en el modelo conceptual y numérico local de Rafaela. Además, de acuerdo a los resultados del modelo numérico se puede concluir que los parámetros utilizados en el mismo permiten reproducir aceptablemente el patrón freaticométrico del modelo conceptual. Sin embargo, la información debe ser tomada como preliminar ya que se necesita incluir la hidroquímica y la hidrología superficial para ver la interacción río acuífero en el sistema y poder estimar los balances de masa con mayor precisión.

Por otra parte, se debería complementar la información con una campaña de reconocimiento, ubicación y medición de freaticómetros y luego una tarea de medición con una ventana temporal adecuada. Dichas operaciones, necesarias para validar el modelo numérico, fueron postergadas por pandemia por lo que se realizarán durante el año 2023-2024.

Referencias

- Anderson M. P., Woessner W. W. 1992. "Applied groundwater modeling - simulation of flow and advective transport". *Academic Press*. 381 pp.
- Auge M. P. 2004. "Hidrogeología Ambiental". *Servicio Geológico y Minero Argentino. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada. SEGEMAR*. 131 pp.
- Betancur T., Palacio C. A., Escobar F. J. 2012. "Conceptual models in hydrogeology, methodology and results". En: Kazemi G. 2012. *Hydrogeology a global perspective. InTECH*. 231 pp.
- Bredehoeft J. 2005. "The conceptualization model problem – surprise". *Hydrogeology Journal*. 13:37-46pp.
- Castañeda M. E., Barros V. 1994. "Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes". *Meteorológica*. (19): 23-32 pp.

- Ferreira G., Rodríguez L. 2005. "Uso de niveles freáticos para la caracterización de la recarga/descarga". *XX Congreso Nacional del Agua*. Mendoza. Argentina. 12 pp.
- Ferreira G. 2006. "Sistema de alerta hidrológico de la cuenca del Río Salado, provincia de Santa Fe, Argentina: avances en su implementación". *Climate Variability and Change—Hydrological Impacts. IAHS Pub.* 175-179 pp.
- Ferreira G., Marizza M., Rodríguez L. 2012. "Utilización de información procedente de teledetección para el análisis de sistemas subterráneos". *Aqua-LAC*. (4): 9-18 pp.
- Fili M. P., Tujchneider O. C. 1977. "Características geohidrológicas regionales del subsuelo de la Provincia de Santa Fe (Argentina)". *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*. 8:105-113 pp.
- Forte Lay J., Scarpati O., Capriolo A. 2008. "Precipitation variability and soil water content in Pampean Flatlands (Argentina)". *Geofísica Internacional*. 47(4). 341-354 pp.
- Giampieri R. C., Rodríguez L., Vionnet C. A. 2004. "Estudio del desborde del Río Salado sobre la ciudad de Santa Fe, Argentina, Abril 2003". *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*. Vol. 4(1): 1- 18 pp.
- Giorgi, F. 2002. "Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part I: Observations". *Climate Dynamics*. 18: 675-691 pp.
- Grimm A. M., Tedeschi R. G. 2009. "ENSO and Extreme Rainfall Events in South America". *Journal of Climate*. (22): 1589-1609 pp.
- INA. 2007. "Influencia de los cambios físicos y climáticos en el régimen de escurrimiento del Río Salado – tramo inferior". *Convenio Ministerio de Asuntos Hídricos de la Provincia de Santa Fe - UNL (FICH) - INA(CRL) - INTA (EEA Rafaela)*. 44 pp.
- Iriondo M. H. 2012. "Aguas subterráneas y superficiales de la Provincia de Santa Fe". *Museo de Ciencias Naturales Florentino Ameghino*. 290 pp.
- Krohling D., Brunetto E. 2013. "Marco geológico y geomorfología de la cuenca del Arroyo Cululú". En: Bases conceptuales y metodológicas para el ordenamiento territorial en el medio rural. *Libroclit Ediciones*. 485-512 pp.
- Marengo, J. A., Jones R., Alves R. M., Valverde M. C. 2009. "Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system". *International Journal of Climatology*. (29) 2241-2255 pp.
- McDonald M. G., Harbaugh A. W. 1988. "MODFLOW, A modular three dimensional finite difference ground water flow model". *U. S. Geological Survey Report*. 588 pp.
- Wang H. F., Anderson M. P. 1982. "Introduction to groundwater modeling: Finite Difference and Finite Element Method". *Freeman and Company*. 237 pp.

Programa Internacional IASC. Búsqueda y descubrimiento de asteroides.

International Program IASC. Search and discovery of asteroids.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Mauricio Casalis

Grupo I + D GOAs, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
mauriciocasalis@gmail.com

Nicolás Rocchia

Grupo I + D GOAs, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
nicolasrocchia@gmail.com

Hernán Amil

Grupo I + D GOAs, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
hernanamil16@gmail.com

Resumen

El Observatorio Astronómico de la Universidad Tecnológica Nacional UTN Facultad Regional San Francisco participa en el programa internacional on-line de búsqueda y descubrimiento de asteroides “Colaboración Internacional de Búsqueda Astronómica” (IASC: International Astronomical Search Collaboration). En junio de 2018 se formó el Grupo I + D (Investigación y Desarrollo) GOAs en la UTN Facultad Regional San Francisco. Desde junio de 2018 se han reportado más de 440 posibles asteroides de los cuales desde enero de 2021 el Minor Planet Center (MPC) ha reconocido que 8 son probables nuevos asteroides. El trabajo describe características de los 8 probables nuevos asteroides (descubrimientos provisionales) y la relevancia de tales descubrimientos. La participación en el Programa IASC continúa sin interrupciones desde 2018 hasta la fecha.

Palabras claves: Asteroides. MPC. IASC. Descubrimientos,

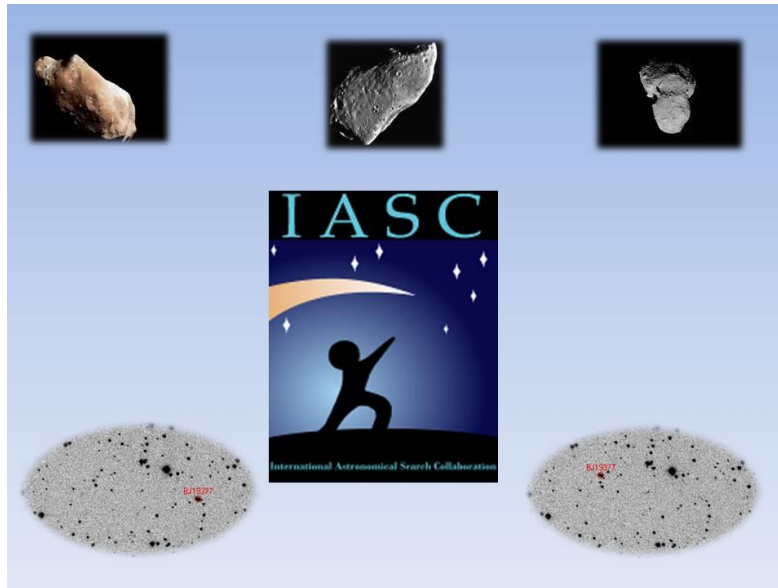
Abstract

The Astronomical Observatory of the Universidad Tecnológica Nacional UTN Facultad Regional San Francisco participates in the international on-line asteroid search and discovery program "International Astronomical Search Collaboration" (IASC: International Astronomical Search Collaboration). In June 2018, the GOAs R & D (Research and Development) Group was formed at UTN Facultad Regional San Francisco. Since June 2018 more than 440 possible asteroids have been reported of which since January 2021 the Minor Planet Center (MPC) has recognized 8 as probable new asteroids. The paper describes characteristics of the 8 probable new asteroids (provisional discoveries) and the relevancy of such discoveries. Participation in the IASC Program continues uninterrupted from 2018 to date.

Keywords: Asteroids. MPC. IASC. Discoveries.

Introducción.

El Observatorio Astronómico de la UTN San Francisco funciona sin interrupciones desde 1980 realizando actividades rutinarias de atención al público y a escuelas. Realiza otras actividades, por ejemplo, divulgación, visitas a escuelas, en caso de eventos, por ejemplo, cometas, eclipses, conjunciones, ofrece actividades públicas especiales. Desde junio de 2018 participa en el proyecto internacional *on line* de búsqueda de asteroides, “Colaboración Internacional de Búsqueda Astronómica” (International Astronomical Search Collaboration IASC). Su director es el Dr. Patrick Miller de la Universidad de Hardin – Simmons, Abilene, Texas, Estados Unidos. El IASC organiza campañas y envía fotos a los inscriptos, estas son tomadas por el telescopio Pan-STARRS de 1,8 m de diámetro ubicado en Haleakala, Hawaii. Con ellas los integrantes del GOAs intentan descubrir asteroides MBAs (Main Belt Asteroides, Asteroides del Cinturón Principal, aquellos con órbitas entre Marte y Júpiter) y/o TNOs (Trans-Neptunian Objects: Objetos Trans-Neptunianos). Estos últimos se hallan más lejos que Neptuno, el último planeta del Sistema



Solar. Los asteroides no son visibles a simple vista. Desde junio de 2018 la participación en las campañas de búsquedas de asteroides en el programa IASC es sin interrupciones.

Figura 1: logo del IASC

Desarrollo.

Los asteroides son cuerpos compuestos por sustancias rocosas y/o metálicas, cuyos tamaños oscilan entre pocos metros y cientos de kilómetros. El primer asteroide lo descubrió por casualidad el astrónomo italiano Giuseppe Piazzi en 1801. Bautizado como Ceres, al principio se celebró como el planeta perdido y recibió el estatus de planeta. Sin embargo, con el descubrimiento de Pallas, Juno y Vesta entre 1802 y 1807, quedó claro que se trataba de un nuevo tipo de objetos que más adelante se clasificarían como asteroides. Ceres es lo suficientemente grande para tener una forma esférica, su diámetro es aproximadamente de 1.000 Km. Hoy es un planeta enano según la Unión Astronómica Internacional (IAU). Las órbitas de algunos asteroides cruzan la órbita de la Tierra, por lo que teóricamente pueden llegar a colisionar con nuestro planeta (se llaman NEO: Orbitas Cercanas a la Tierra). Para detectar los asteroides se utiliza un programa que llama Astrométrica el cual permite realizar mediciones astronómicas de posición, brillo y otras variables de objetos que se encuentran en una imagen. En el caso de la detección de asteroides se utilizan un set de cuatro fotos capturadas del mismo sector del cielo pero en distintos instantes de tiempo, el set es ingresado al programa, donde es analizado para detectar las estrellas de referencias y posicionar las imágenes en el sector del cielo correspondiente para poder medir coordenadas, luego se busca objetos que sean conocidos, en este caso aparecen señalados en rojo todos los asteroides que han sido catalogados o son provisionales, luego se juntan las cuatro imágenes formando un video, del cual se determina el movimiento de algún objeto, ya que las estrellas no se mueven, están fijas en el video, pero los asteroides se mueven en líneas rectas con un brillo parecido en cada una de las fotos, una vez detectado el asteroide no señalado se procede a codificarlo con nuestro código que es ASFXXXX, se realiza un reporte del análisis y se lo envía al IASC.

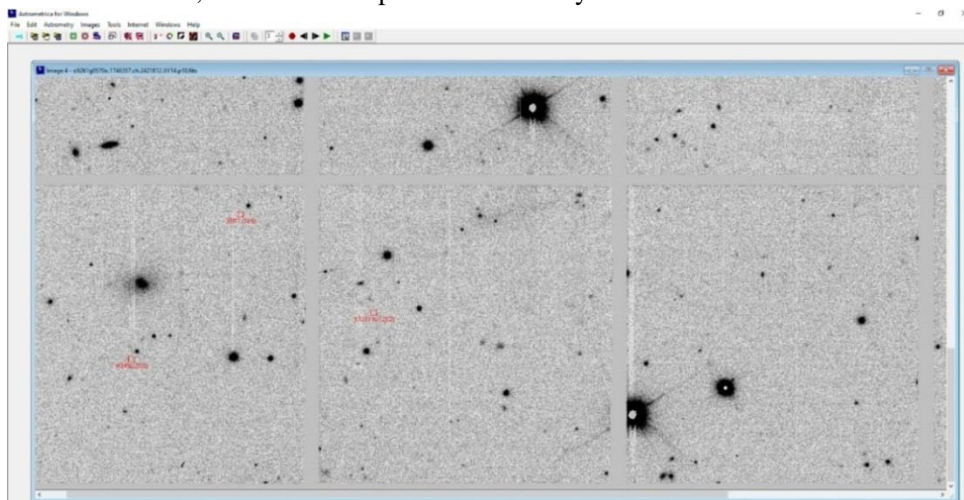


Figura 2: muestra de fotos enviadas por el telescopio Pan-STARRS

Desde junio de 2018 hasta la fecha se han reportado aprox. 440 asteroides de los cuales han sido clasificados y publicados como preliminares 156 en la página de IASC. Preliminar significa la primera observación original de un nuevo asteroide. El asteroide debe observarse por segunda vez dentro de los 7 a 10 días posteriores a su descubrimiento por algún Observatorio que puede ser el de Hawai u otro. Si es así, el Minor Planet Center MPC cambia el descubrimiento a provisional, o sea un probable nuevo asteroide.

En el programa IASC participan todos los integrantes del Observatorio, pero en el reporte de cada asteroide se indican los descubridores.

En 2021, el IASC comunica al Observatorio que al asteroide reportado por Mauricio Casalis y Nicolás Rocchia en la campaña de julio - agosto del 2020 (nombrado como **ASF 0256**) se le ha otorgado el estado de *descubrimiento provisional* por el Minor Planet Center MPC, organismo perteneciente a la Unión Astronómica Internacional IAU. Este asteroide está en la base de datos del MPC con la denominación **2020 OP43**. Luego se han clasificado como descubrimiento provisional otros 7 asteroides reportados por el GOAs.

Se debe esperar algunos años para que se otorgue el crédito definitivo del descubrimiento al Grupo GOAs, esto se debe a que se tienen que realizar más observaciones para determinar completamente su órbita. La espera tiene una razón: se trata de descartar la posibilidad de que el hallazgo sea una recuperación de algún asteroide perdido por incertidumbre en su órbita. Finalizados estos estudios, el asteroide será numerado, catalogado por la IAU y los descubridores podrán darle un nombre.

En el trabajo se informan características de los 8 probables nuevos asteroides.

La siguiente es una nota publicada por Rectorado de la UTN.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

LA UNIVERSIDAD ▾ ESTUDIAR EN UTN INVESTIGACIÓN EXTENSIÓN INTERNACIONALIZACIÓN VIDA ESTUDIANTIL SERVICIOS TECNOLÓGICOS

03/03/2021

El Observatorio GOAs I+D de UTN descubre posible nuevo Asteroide

Escrito por Lic. Verónica Bravo | Comunicación y Prensa Institucional Rectorado UTN

f t G+ i



Dos integrantes del Observatorio Astronómico GOAs I+D (Investigación y Desarrollo) de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECYT) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional San Francisco (FRSFCO) descubrieron, en la campaña de julio – agosto de 2020, el posible **Asteroide 2020 OP43**, en el marco del Programa Internacional Educativo en línea para descubrir asteroides.

El Programa Colaboración Internacional de Búsqueda Astronómica, IASC [siglas en inglés], en enero de 2021 informó al GOAs I+D de la UTN, que el Minor Planet Center (MPC), organismo perteneciente a la Unión Astronómica Internacional (IAU), le otorgó el **estado de descubrimiento provisional** al asteroide reportado por el Ing. Mauricio Casalis y el alumno becario Nicolás Rocchia.

El Observatorio Astronómico de la UTN Regional San Francisco participa en las campañas de búsquedas desde asteroides del Programa IASC desde junio de 2018.

En este contexto, el Director Prof. Hugo Madonna del Grupo GOAs I+D de la UTN FRSFCO habló sobre el logro del descubrimiento del asteroide 2020 OP43: **"Es un gran logro obtenido fruto de mucho trabajo y esfuerzo desde que nuestro Observatorio Astronómico de la UTN Facultad Regional San Francisco comenzó a participar en un Programa Internacional Educativo "online" para descubrir asteroides"**.

<https://utn.edu.ar/es/articulos-slider-principal/el-observatorio-goas-i-d-de-utn-descubre-posible-nuevo-asteroide>

Características del probable nuevo asteroide 2020 OP43:

LOS DATOS SON RECABADOS DE LA PAGINA DEL MPC: https://minorplanetcenter.net/db_search



OBSERVERS	DATA	IAWN	BETA	STATUS	SBN ANNEX
-----------	------	------	------	--------	-----------

2020 OP43

First observed at Pan-STARRS 1, Haleakala on 2020-07-18.

(Discoverer will be defined when the object is numbered. See [this note](#) on how discoverers are determined.)

Orbit

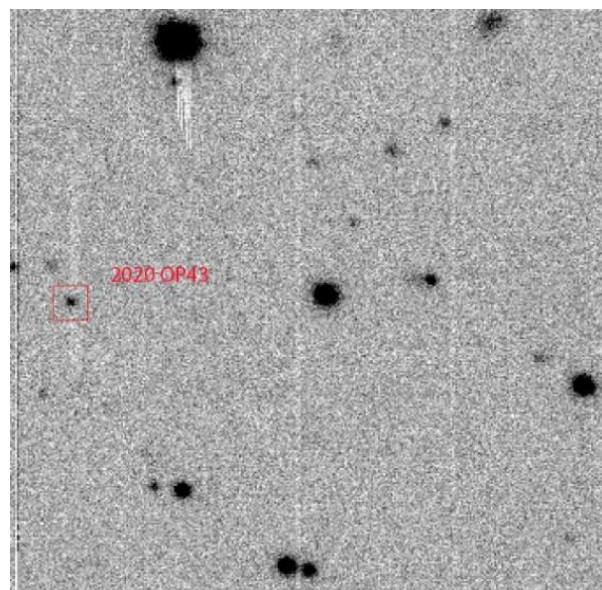
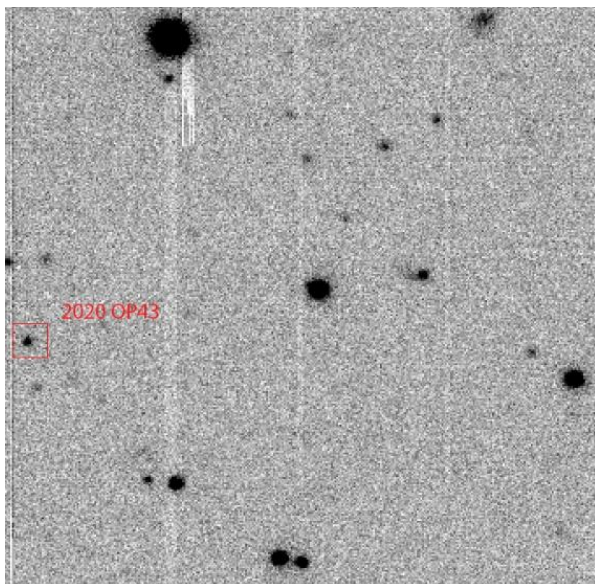
Orbit type: Main Belt

[Interactive Orbit Sketch](#) Note: WebGL enabled browser required.

epoch	2020-12-17.0	semimajor axis (AU)	2.1964446	uncertainty	1
epoch JD	2459200.5	mean anomaly (°)	39.66801	reference	MPEC 2020-V01
perihelion date	2020-08-07.98622	mean daily motion (°/day)	0.30277740	observations used	25
perihelion JD	2459069.48622	aphelion distance (AU)	2.331	oppositions	4
argument of perihelion (°)	206.80376	period (years)	3.26	arc length (days)	5311
ascending node (°)	107.18155	P-vector [x]	0.69194003	first opposition used	2006
inclination (°)	6.21718	P-vector [y]	-0.64143808	last opposition used	2020
eccentricity	0.0610826	P-vector [z]	-0.33132489	residual rms (arc-secs)	0.26
perihelion distance (AU)	2.0622800	Q-vector [x]	0.71450269	perturbbers coarse indicator	M-v
Tisserand w.r.t. Jupiter	3.7	Q-vector [y]	0.67419430	perturbbers precise indicator	0038h
ΔV w.r.t. Earth (km/sec)	9.1	Q-vector [z]	0.18694373	first observation date used	2006-02-01.0
		absolute magnitude	18.6	last observation date used	2020-08-17.0

Período: 3,26 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 2,062 UA (1 UA = distancia Tierra – Sol \approx 150 millones de Km), en el afelio (Más lejos el Sol): 2,331 UA. *Brillo* \approx magnitud 20.

A simple vista se pueden ver objetos hasta magnitud 6, valores mayores a 6 son invisibles a simple vista.



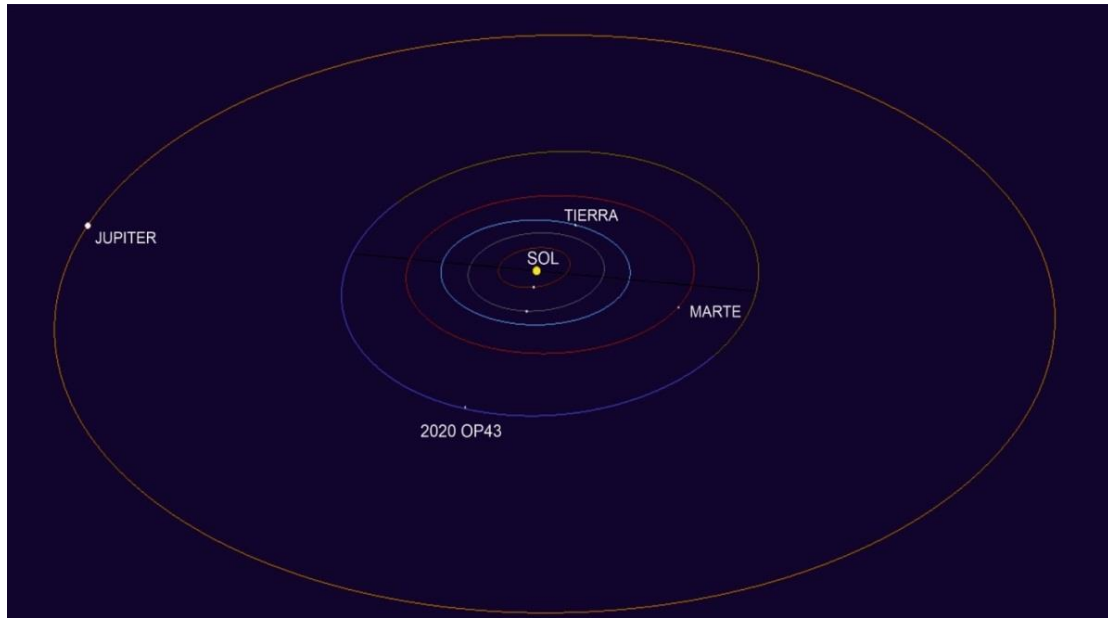


Figura 3: fotos del telescopio Pan-STARRS utilizadas para el descubrimiento del 2020 OP43

Figura 4: órbita del asteroide 2020 OP43



Figura 5: foto de los descubridores del 2020-OP43

La figura 5 muestra a Nicolás Rocchia y Mauricio Casalis con los certificados del IASC.

Características del probable nuevo asteroide 2021 FD10:

Periodo: 3,47 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 1,90 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 2,68 UA. *Brillo* \approx magnitud 21.

Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia y Hugo Madonna.

Características del probable nuevo asteroide 2021 LJ8:

Periodo: 4,09 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 2,26 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 2,852 UA. *Brillo* \approx magnitud 18.8
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia.

Características del probable nuevo asteroide 2021 NV20:

Periodo: 5,73 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 3,13 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 3,27 UA. *Brillo* \approx magnitud 16.8
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia.

Características del probable nuevo asteroide 2021 PA108:

Periodo: 3,67 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 1,78 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 2,975 UA. *Brillo* \approx magnitud 19.9
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia, Hernán Amil.

Características del probable nuevo asteroide 2021 RD51:

Periodo: 4,57 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 2,67 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 2,837 UA. *Brillo* \approx magnitud 17.9
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia

Características del probable nuevo asteroide 2021 RM94:

Periodo: 3,14 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 1,697 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 2,594 UA. *Brillo* \approx magnitud 20.1
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia

Características del probable nuevo asteroide 2021 RQ164:

Periodo: 4,43 años en dar una vuelta al Sol. *Distancias:* en el perihelio (más cerca del Sol): 2 UA (1UA = Distancia Tierra-Sol \approx 150 millones Km), en el afelio (Más lejos del Sol): 3,394 UA. *Brillo* \approx magnitud 19.4
Descubridores provisionales: Mauricio Casalis, Nicolás Rocchia

Conclusiones.

La búsqueda de asteroides con el Programa IASC continúa con el objetivo de seguir descubriendo probables nuevos asteroides. La confirmación que integrantes del Grupo GOAs son los descubridores de uno o varios asteroides necesita un procedimiento realizado por el MPC que verifica que el asteroide es nuevo, luego lo cataloga y los descubridores deciden un nombre. Durante 2020 y 2021 debido a la pandemia las actividades del Grupo GOAs se realizaron on-line en domicilios particulares. Se considera que las actividades del grupo GOAs de búsqueda de asteroides en el programa IASC es muy importante dado a la relevancia de un descubrimiento de un objeto astronómico por parte de integrantes de la UTN de Argentina.

Referencias

- * Pasachoff J, [et.al], Guía de campo de las estrellas y los planetas (1992), Ed.Omega, Barcelona.
- * Olds M., Astronómica (2012), Ed. Ulmann, Barcelona, España.
- * <https://minorplanetcenter.net/>
- * <http://iasc.cosmosearch.org/>

Residuos de la raíz de batata: evaluación de un medio de cultivo para producir xilanasas a partir de la cepa *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1

Sweet potato root waste: evaluation of a culture medium to produce xylanases from *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Sanchez Holmedilla Betiana

Grupo de Biotecnología y Nanotecnología Aplicada, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

Guillermina Bogao

Grupo de Biotecnología y Nanotecnología Aplicada, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

Gisela Tubio

Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

Graciela Corbino

Estación Experimental Agropecuaria San Pedro, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.

Debora Conde Molina

Grupo de Biotecnología y Nanotecnología Aplicada, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

Resumen

El desarrollo de bioprocesos que utilizan residuos agroindustriales constituye uno de los retos más interesantes de la biotecnología actual, ya que conlleva a la reutilización de residuos de una manera ambientalmente responsable y al desarrollo de productos de alto valor agregado. En la región de San Pedro, Buenos Aires, Argentina, la producción de batata genera residuos de volumen considerable debido a que aproximadamente el 40% de la producción total se descarta por no cumplir con los requisitos para su comercialización. En este estudio se evaluó la capacidad de la cepa *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 para producir xilanasas en un medio formulado con residuos de la raíz de batata; siendo la xilanasas una enzima de gran aplicación industrial.

Cellulosimicrobium sp. CO1A1 se cultivó en medio salino mínimo con 5 % (p/v) de extracto de raíz de batata, a 135 rpm y 25 °C. La actividad de xilanasas se determinó empleando como sustrato el xilano de haya (1%) a 50 °C, los azúcares reductores liberados se determinaron por el método de Nelson-Somogyi. Se realizaron diversos ensayos con el fin de evaluar la actividad de xilanasas, tales como el análisis de fracciones celulares (sobrenadante -

actividad extracelular-, pellet celular -actividad asociada a la célula- y homogenato celular -actividad intracelular-); muestras de cultivos tomadas a los 2, 5 y 7 días de incubación; y medios formulados con distintas variedades de batata (Arapey, Beauregard, Covington, Selecta, Morada, Boni). Además la reacción de xilanasas se llevó a cabo en dos condiciones de buffers, citrato de sodio (50 mM, pH 5,2) y fosfato de sodio (50 mM, pH 6,8).

Los resultados mostraron que si bien *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 presentó crecimiento en el medio formulado con la raíz de batata, con lo cual comprobamos que presenta la capacidad de utilizar la raíz de batata como fuente de carbono, no presentó la capacidad de producir xilanasas en las condiciones ensayadas, a diferencia de otras cepas del género *Cellulosimicrobium* reportadas.

Palabras clave: residuos de batata, xilanasas, *Cellulosimicrobium* sp.

Abstract

The development of bioprocesses using agro-industrial waste is one of the most interesting challenges in biotechnology today, as it leads to the reuse of waste in an environmentally responsible way and the development of high value-added products. In the San Pedro region, sweet potato production generates considerable volumes of waste, as approximately 40% of the total production is discarded because it does not meet the requirements for commercialisation. In this study, the ability of the strain *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 to produce xylanases in a medium formulated with sweet potato root residues was evaluated; xylanase being an enzyme of great industrial application.

Cellulosimicrobium sp. CO1A1 was grown in minimal saline medium containing 5 % (w/v) sweet potato root extract, at 135 rpm and 25 °C. Xylanase activity was determined using beech xylan (1%) as substrate at 50 °C, reducing sugars released were determined by the Nelson-Somogyi method. Several assays were performed in order to evaluate xylanase activity, such as the analysis of cell fractions (supernatant -extracellular activity-, cell pellet -cell-associated activity- and cell homogenate -intracellular activity-); culture samples taken at 2, 5 and 7 days of incubation; and media formulated with different sweet potato varieties (Arapey, Beauregard, Covington, Selecta, Morada, Boni). In addition, the xylanase reaction was carried out in two buffer conditions, sodium citrate (50 mM, pH 5.2) and sodium phosphate (50 mM, pH 6.8).

The results showed that although *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 showed growth in the medium formulated with sweet potato root, thus proving that it has the ability to use sweet potato root as a carbon source, it did not show the ability to produce xylanases under the conditions tested, unlike other strains of the genus *Cellulosimicrobium* reported.

Keywords: Sweet potato residues, xylanases, *Cellulosimicrobium* sp.

Introducción

Desde hace varias décadas los residuos agroindustriales han sido un foco de atención a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser empleados como materia prima para generar diversos productos de interés. Además de la importancia económica que ello supone para la producción de productos de mayor valor agregado (enzimas, proteína unicelular, pigmentos, antibióticos, etc.), la utilización de residuos agroindustriales tiene incidencia en la preservación del medio ambiente, al considerar el desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales (Liguori et al. 2013). La búsqueda de materias primas de bajo costo y fácil adquisición que puedan ser utilizados como sustratos fermentables, como fuentes de carbono o nitrógeno, constituye uno de los retos más interesantes de la biotecnología actual (Conde Molina et al. 2021). En este contexto, este trabajo evalúa el empleo de residuos de la raíz de batata para la producción de xilanasas a partir de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1. En tal sentido, en la región de San Pedro, Buenos Aires, Argentina, la producción de batata genera residuos de volumen considerable debido a que aproximadamente el 40% de la producción total se descarta por no cumplir con los requisitos para su comercialización. Además existen antecedentes que indicarían la capacidad de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 de utilizar almidón como fuente de carbono y la del género *Cellulosimicrobium* como productor de xilanasas (Song & Wei 2010; Kamble & Jadhav 2013; Walia et al. 2014; Conde Molina et al. 2019).

Asimismo, las xilanasas representan ser un producto de importación en la Argentina, dado que hasta el momento no se producen xilanasas industriales en nuestro país. Además, la producción de xilanasas encuentra su principal obstáculo en los costos de producción. Aunque se han caracterizado y patentado un cierto número de enzimas xilanasas, la mayoría de estas corresponden a hongos filamentosos y solo unas pocas se han caracterizado de bacterias, correspondientes a los géneros *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Micrococcus* y *Staphylococcus* (Veeresh & Jin 2012). La exploración de nuevas fuentes de origen bacteriano para la producción de xilanasas representa un gran potencial debido a la alta tasa de crecimiento de las bacterias en comparación con los hongos, contribuyendo en mejoras del proceso de producción. También ciertas características enzimáticas como la estabilidad térmica y la estabilidad de pH resultan de interés para las aplicaciones industriales de las xilanasas.

En la actualidad, la aplicación de las xilanasas es creciente y de importancia en la industria papelera para tratar sus residuos y el preblanqueado de la pulpa Kraft, ya que se necesitan menos pasos de blanqueado y disminuye el gasto de reactivos químicos. También presentan varias aplicaciones en la industria de alimentos, como aditivo mejorador de volumen en panificados, extracción de almidón, café y aceites vegetales, clarificación de mostos y jugos de fruta junto con celulasas y pectinasas; en la industria de alimentos para animales como aditivo en alimento de aves para mejorar la ganancia de peso y mejorar la eficiencia de conversión, debido a la mejora de la digestibilidad; y en mejoramiento de propiedades nutricionales de ensilados y granos. Otros usos involucran: tratamiento de aguas de desecho, obtención de proteínas celulares, combustibles y sustancias químicas. La generación de productos de interés a partir de la bioconversión de xilano representa ser un esfuerzo significativo para promover procesos sustentables (Dhiman et al. 2008). Varias de industrias se encuentran

emplazadas en la zona Campana-San Pedro, como papeleras e industrias de alimentos, utilizan xilanasas en sus procesos.

Desarrollo

Cellulosimicrobium sp. CO1A1 se cultivó en erlenmeyers de 250 mL conteniendo 50 mL de medio salino mínimo (MSM) con 5 % (p/v) de extracto de raíz de batata, incubado a 135 rpm y 25 °C. La actividad de xilanasas se determinó empleando como sustrato el xilano de haya (1%) a 50 °C, los azúcares reductores liberados se determinaron por el método de Nelson-Somogyi (McCleary & McGeough 2015). La actividad de xilanasas se realizó a los 5 y 7 días de incubación en todos los ensayos que se describen a continuación:

- Análisis de fracciones celulares: una alícuota de cultivo de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 se centrifugó (13.500 rpm, 18 °C, 15 min) y se obtuvo el sobrenadante, sobre el cuál se ensayó la actividad de xilanasas extracelular. Por otro lado, el pellet celular se resuspendió en buffer citrato de sodio (50 mM, pH 5,2) para ensayar la actividad de xilanasas asociada a la célula. Asimismo, otra fracción de pellet celular resuspendida en buffer citrato de sodio (50 mM, pH 5,2) fue tratada en el sonicador durante 15 min, con el fin de lisar las células y obtener un homogenato celular, sobre cuya fracción se ensayó la actividad de xilanasas intracelular.

- Análisis de variedades de batata: se determinó la actividad de xilanasas en cultivos de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 crecidos en medios formulados con extractos de batata a partir de distintas variedades cultivadas en la región de San Pedro, Buenos Aires, Argentina, tales como Arapey, Beauregard, Covington, Selecta, Morada, Boni. Todos los medios de cultivos contenían MSM con 5 % (p/v) de extracto de raíz de batata, correspondiente a cada variedad.

- Análisis de condiciones de reacción de xilanasas: con el fin de ampliar las condiciones de ensayo de la actividad de enzimática, la reacción de xilanasas se llevó a cabo en dos condiciones de buffers: citrato de sodio (50 mM, pH 5,2) y fosfato de sodio (50 mM, pH 6,8).

Además, sobre cada cultivo se estimó la biomasa de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 mediante densidad óptica (DO) a 600 nm.

Los resultados mostraron que *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 creció en el medio formulado con la raíz de batata (Fig. 1), esto demuestra que la bacteria presenta la habilidad de utilizar la raíz de batata como fuente de carbono y energía. Además, se pudo observar que el cultivo *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 alcanzó la fase estacionaria a los 5 días de acuerdo en las condiciones ensayadas (MSM con 5 % p/v extracto de raíz de batata - variedad Arapey-, 25 °C, 135 rpm), obteniéndose un valor de DO de $8,50 \pm 0,60$. Sin embargo al analizar la actividad de xilanasas en las fracciones celulares (sobrenadante -actividad extracelular-, pellet celular -actividad asociada a la célula- y homogenato celular -actividad intracelular-) no se detectó presencia de la misma. Tampoco fue posible detectarla a lo largo del tiempo de incubación, a los 2, 5 y 7 días.

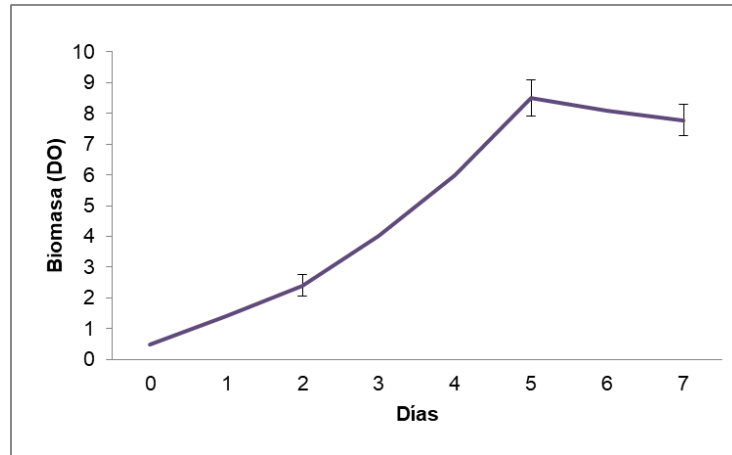


Fig. 1. Curva de crecimiento de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 en MSM con 5 % p/v extracto de raíz de batata -variedad Arapey-.

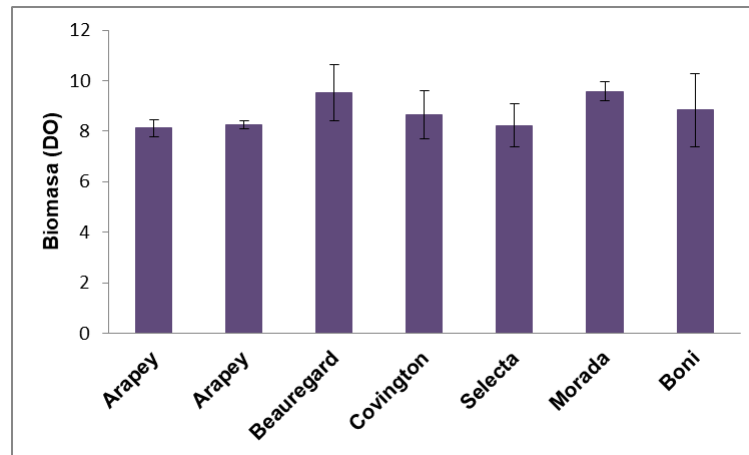


Fig. 2. Estimación de biomasa de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 en medios formulados con MSM y complementado con distintas variedades de batata (5% p/v), a los 5 días de incubación.

Por otro lado, el crecimiento de la bacteria en medios formulados con extractos de batata a partir de distintas variedades no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ellos, siendo los valores de DO entre 8,12 y 9,26 (Fig. 2). Por lo tanto, cualquiera de las variedades de batata ensayadas aportan igual potencial de crecimiento para *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1. Además, observamos que la variedad Arapey, que fue ensayada a partir de dos muestras provenientes de distintos productores, no mostró diferencias significativas de crecimiento entre las dos muestras. En cuanto a la actividad de xilanasas, no se detectó en ninguno de estos cultivos.

Debido a la ausencia de actividad xilanasas detectada en los cultivos, se procedió ensayar dos buffers en la reacción de xilanasas, citrato de sodio (50 mM, pH 5,2) y fosfato de sodio (50 mM, pH 6,8), con el fin de ampliar el rango de actividad enzimática en función del pH. Sin embargo, a partir del cultivo de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1

(MSM con 5 % p/v extracto de raíz de batata -variedad Arapey-, 25 °C, 135 rpm), no fue posible detectar la presencia de xilasas en los dos buffer empleados, a los 2, 5 y 7 días.

Conclusiones

Los resultados mostraron que si bien *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 presentó crecimiento en el medio formulado con la raíz de batata, con lo cual comprobamos que presenta la capacidad de utilizar la raíz de batata como fuente de carbono y energía, no presentó la capacidad de producir xilasas en las condiciones ensayadas, a diferencia de otras cepas del género *Cellulosimicrobium* reportadas. Como perspectiva se plantea continuar con la investigación evaluando otras enzimas que puedan ser producidas por *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1, y evaluar otras bacterias u hongos crecidos en un medio con residuos de batata para la producción de xilasas.

Referencias

- Conde Molina, D. (2019) Bioprocesos orientados al empleo de microorganismos autóctonos y su utilización en tecnologías de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Tesis de Doctorado. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires.
- Conde Molina, D.; Novelli Poisson, G.F.; Kronberg, F.; Galvagno, M.A. (2021) Valorization of an Andean crop (Yacon) through the production of a yeast cell-bound phytase. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102116.
- Dhiman, S.S.; Sharma, J.; Buttan B. (2008) Industrial application and future prospects of microbial xylanases: A review. *BioResources*, 3,1377–402.
- Kamble, R.D.; Jadhav, A.R. (2013) Properties and application of a partially purified thermoalkali stable xylanase from *Cellulosimicrobium* sp. MTCC 10645 in Kraft pulp bleaching. *ISRN Biotechnol.*, 872325.
- Liguori R., Amore A., Faraco V. (2013) Waste valorization by biotechnological conversion into added value products. *Appl Microbiol Biotechnol.* 97, 6129-6147.
- McCleary, B.V.; McGeough, P. A. (2015) Comparison of polysaccharide substrates and reducing sugar methods for the measurement of endo-1,4- β -Xylanase. *Appl Biochem Biotechnol.* 177, 1152–1163.
- Song, J.M.; Wei, D. (2010) Production and characterization of cellulases and xylanases of *Cellulosimicrobium cellulans* grown in pretreated and extracted bagasse and minimal nutrient medium M9. *Biomass & Bioenergy*, 34, 1930-1934.
- Veeresh, J.; Jin, C.W. (2012) Microbial xylanases: Engineering, production and industrial applications. *Biotechnol. Adv.*, 30, 1219–1227.
- Walia, A.; Mehta, P.; Chauhan, A.; Kulshrestha, S.; Shirkot C.K. (2014) Purification and characterization of cellulase-free low molecular weight endo b-1, 4 xylanase from an alkalophilic *Cellulosimicrobium cellulans* CKMX1 isolated from mushroom compost. *WJ Microbiol Biotechnol*, 30(10), 2597-608.

Valoración de la reserva adicional de potencia por inserción de generación renovable en las regiones eléctricas de Cuyo y Comahue.

Valuation of the additional power reserve due to the insertion of renewable generation in the electrical regions of Cuyo and Comahue.

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

Marcos Cea

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
marcoscea28@gmail.com

Damián Cano

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
damian_cano_77@gmail.com

Javier Acosta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
jaacosta@frsf.utn.edu.ar

Pablo Marelli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)
pamarelli@frsf.utn.edu.ar

Resumen

La inserción de generación renovable intermitente a gran escala en los sistemas interconectados trae aparejado el desafío técnico del aumento de los requerimientos de reserva de potencia erogada por los parques eólicos o fotovoltaicos debido a la variabilidad del viento o la irradiancia solar a lo largo del día. A partir de esta premisa, en este trabajo se propone una metodología con el objetivo de estimar la reserva rotante adicional de potencia para regulación de frecuencia en el subsistema conformado por las regiones eléctricas de Cuyo y Comahue, debido a las fluctuaciones de potencia esperables por la inserción de los nuevos proyectos de generación tanto eólicos como solares. Para ello, a partir de la caracterización estadística de las fluctuaciones de la demanda de la red, y de datos estadísticos que describen la variabilidad de la potencia renovable, se determina los parámetros que describen las variaciones de una demanda neta, a partir de la cual se obtienen los montos de energía no suministrada tal que permitan determinar de la reserva para regulación primaria y secundaria de frecuencia.

Palabras clave: Generación renovable, Reserva primaria, Reserva secundaria, Regulación de frecuencia.

Abstract

The insertion of large-scale intermittent renewable generation in interconnected systems brings with it the technical challenge of increasing the power reserve requirements provided by wind or photovoltaic parks due to the variability of the wind or solar irradiance throughout the day. Based on this premise, this paper proposes a methodology with the objective of estimating the additional rotating reserve of power for frequency regulation in the subsystem made up of the electrical regions of Cuyo and Comahue, due to the power fluctuations expected by the insertion of new generation projects, both wind and solar. To do this, based on the statistical characterization of the fluctuations in network demand, and statistical data that describe the variability of renewable power, the parameters that describe the variations in net demand are determined, from which the amounts of energy not supplied are obtained such that they allow determining the reserve for primary and secondary frequency regulation.

Keywords: Renewable generation, Primary reserve, Secondary reserve, Frequency regulation.

Introducción

La República Argentina no es ajena a la tendencia mundial del desarrollo de fuentes de energía más limpias para satisfacer la demanda en constante aumento. La reducción del impacto ambiental en la producción de energía también es factor de motivación para que los planificadores de políticas energéticas orienten sus esfuerzos en esta dirección. Entre los diversos recursos de energía renovable (ER), el viento es una de las fuentes más prometedoras, y presenta un gran potencial para la reducción de generación convencional (GC). Sin embargo, con la mayor penetración de fuentes renovables de energía en los sistemas eléctricos, la frecuencia de la red se torna más vulnerable a las perturbaciones, ya que los convertidores utilizados en parques fotovoltaicos (PFV) y eólicos (PE) no participan en los servicios de control de esta. Además, las características inerciales y dinámicas de estos parques son bastante diferentes a las de los generadores convencionales (Ibraheem, 2015).

Es este contexto de incorporación masiva de ER en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) que, en el presente trabajo, se propone una metodología que permita estimar la reserva rotante adicional (RRA) de potencia para regulación de frecuencia en el subsistema conformado por las regiones eléctricas de Cuyo y Comahue, debido a las fluctuaciones de potencia esperables por la inserción de los nuevos proyectos de generación renovable intermitente (GRI) como son los PE y PFV. La potencia de RRA se orienta a optimizar el abastecimiento de energía, minimizar los tiempos de respuesta y evitar el desarrollo de grandes perturbaciones en el sistema. Para ello, se siguen los lineamientos generales establecidos por CAMMESA para la determinación de la reserva para regulación primaria y secundaria de frecuencia.

Desarrollo

Descripción de la red en estudio:

El análisis se realiza sobre la red de transporte y transmisión de las regiones de Cuyo y Comahue. La misma se modela con un software específico de sistemas eléctricos de potencia.

Las redes de Extra Alta Tensión (EAT - 500 kV) y Alta Tensión (AT - 220 y 132 kV) se modelan parcialmente, para lo cual se define la red de potencia infinita en barras de 500 [kV] de Estación Transformadora (ET) Choele Choel 500/132 kV. En lo referente a las demás interconexiones con el Sistema Argentino de Interconexión (SADI), se destacan: hacia el norte, se encuentra la Línea de EAT (LEAT) que interconecta la ET Gran Mendoza 500/220/132 kV y ET Luján 500/132 kV; y hacia el sur, la LEAT que une la ET El Chocón 500/132 kV y ET Puelches 500/132 kV.

En lo que concierne a los proyectos adjudicados y que se consideran para el análisis, en la Figura 1 se detallan los diferentes conjuntos de PEs y PFVs discriminados según región eléctrica donde se modelan y rondas RenovAr o resolución mediante la cual fueron adjudicados, totalizándose 1167,33 MW de GRI a ingresar en el subsistema.

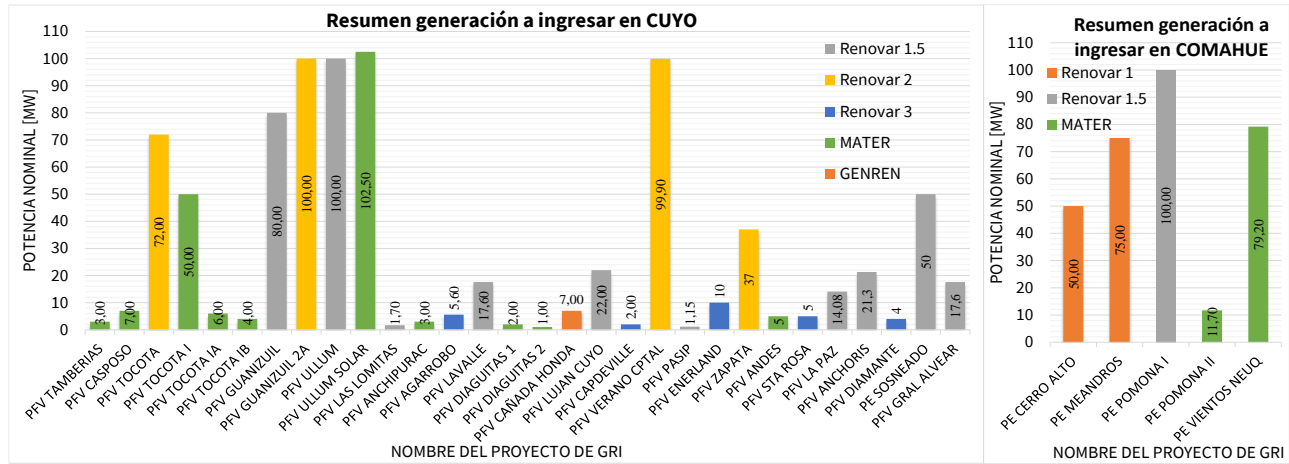


Figura 1. Resumen de proyectos adjudicados en las regiones eléctricas de Cuyo y Comahue

Criterios para la evaluación de la reserva rotante adicional en presencia de generación renovable intermitente

La variabilidad de la demanda en un sistema de potencia se puede estudiar a partir de una distribución normal de probabilidades, la cual queda definida a partir de la demanda media (μ) y su desviación estándar (σ) (Beroqui et al., 2011). Para un sistema eléctrico, la reserva de generación necesaria puede estimarse a partir de la determinación de la energía no suministrada (ENS), tal que alcance un nivel mínimo de calidad del servicio técnico, que para el SADI se encuentra en $1,75 \times 10^{-4}$ p.u., lo cual implica que se estima no abastecer la demanda durante 92 minutos en un año, debido a apartamientos excesivos de la frecuencia respecto de su valor nominal -50 Hz en Argentina- (Siriyi, 2019).

La regulación primaria de frecuencia (RPF) debe equilibrar las variaciones más rápidas del desbalance entre la carga y la generación, contrarrestando los apartamientos respecto del predespacho de carga, con tiempo de respuesta menor a 30 segundos. Se considera que compensar las variaciones con respecto al promedio horario, es responsabilidad de la RPF y debe dotársela de suficiente reserva para cumplir con ese fin (CAMMESA, 2014).

Por otro lado, la regulación secundaria de frecuencia (RSF) debe compensar las variaciones más lentas del desbalance entre la demanda y el despacho de generación, las cuales se reflejan en el valor medio de la frecuencia. Entre sus funciones, por un lado, deberá absorber las variaciones de la demanda respecto de los pronósticos en régimen normal de operación. Mientras que, por otro, debe devolver a los márgenes normales de regulación a aquellas máquinas destinadas a la RPF, con el fin de que puedan seguir aportando capacidad de reserva rodante (RR). Se considera que compensar las variaciones de los promedios de 10 a 15 minutos es responsabilidad de la RSF y debe dotársela de suficiente reserva para cumplir con ese fin (CAMMESA, 2014).

Evaluación de la reserva rotante adicional en presencia de generación eólica

El impacto de la generación renovable intermitente (GRI) en la red puede interpretarse como un aumento en la variabilidad en el tiempo de la demanda neta (DN), la cual queda caracterizada por una desviación estándar superior a la de demanda base (DB) de la red. La DN se obtiene a partir de la diferencia entre la DB y, en este caso en particular, la GRI disponible del subsistema.

La secuencia de actividades detalladas en la Figura 2 se aplica para la estimación de la RRA requerida para RPF y RSF, en presencia GRI en el subsistema bajo análisis. Las expresiones matemáticas utilizadas para la valoración de la RRA se detallan a continuación:

$$\text{Desviación estándar GRI} \rightarrow \sigma_{GRI}^2 = \sigma_{PE}^2 + \sigma_{PFV}^2 \quad (1)$$

$$\text{Desviación estándar equivalente para RPF} \rightarrow \sigma_{eq-h}^2 = \sigma_{c-h}^2 + \sigma_{GRI-h}^2 \quad (2)$$

$$\text{Desviación estándar equivalente para RSF} \rightarrow \sigma_{eq-10min}^2 = \sigma_{c-10min}^2 + \sigma_{GRI-10min}^2 \quad (3)$$

Donde σ_{eq-h} , σ_{c-h} y σ_{e-h} son las respectivas desviaciones estándar respecto de la media horaria de la DN (equivalente), la DB y la GE; mientras que $\sigma_{eq-10min}$, $\sigma_{c-10min}$ y $\sigma_{e-10min}$ son, análogamente, calculadas respecto de la media de 10 minutos.

Es de destacar que, la ENS se calcula para un período suficientemente largo, a fin de que las variaciones de carga resulten caracterizadas por las variables estadísticas. Para el caso, siendo T el período para el cual se computa la reserva de potencia, la ENS se obtiene por implementación de la expresión matemática (4).

$$ENS_{P>P_{max}} = \int_{P_{max}}^{\infty} (1 - F(P))dP \quad (4)$$

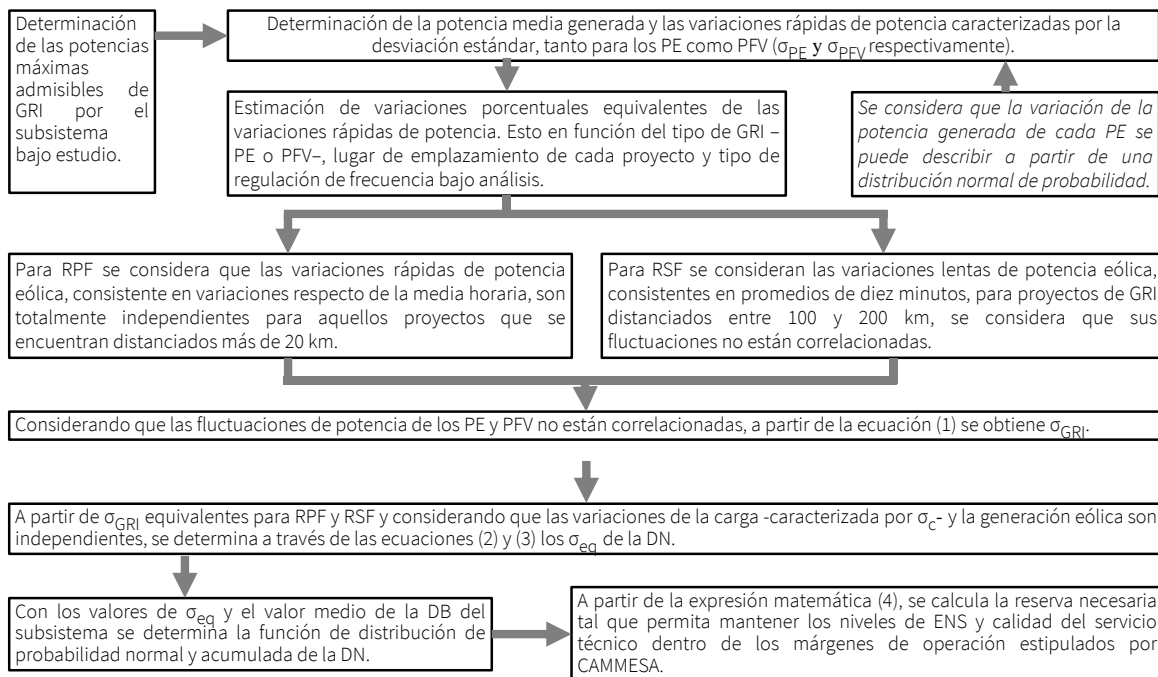


Figura 2. Secuencia de actividades para la estimación de la RRA ante la inserción de GRI

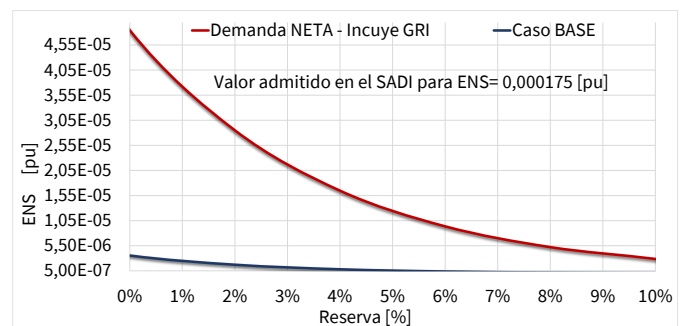
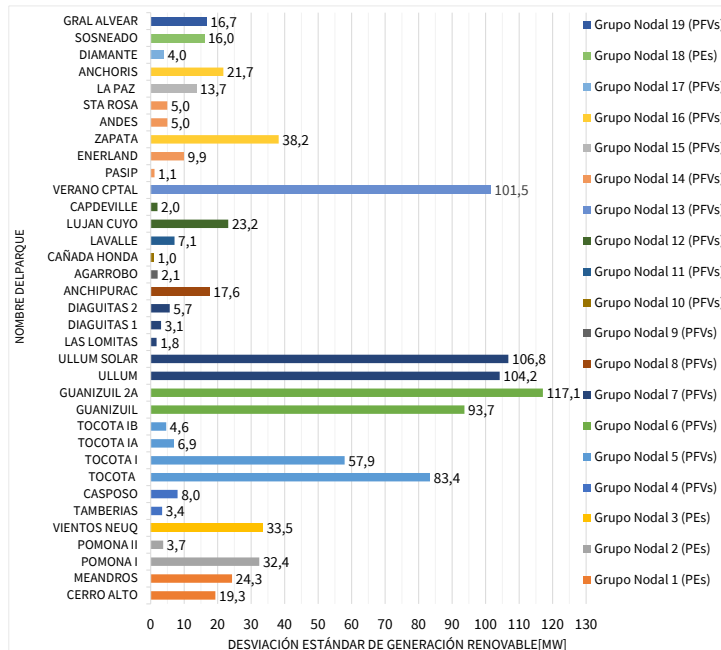
Resultados

Estimación de la reserva rotante adicional para regulación primaria de frecuencia

Los resultados obtenidos de las variaciones rápidas de potencia generada por cada uno de los proyectos de GRI presentes en el subsistema analizado, respecto del promedio horario, se presentan en la Figura 3.a. En función de su ubicación geográfica y del tipo de GRI, los 35 proyectos considerados en el estudio se reagrupan en 19 grupos nodales equivalentes, para los cuales se consideran que sus variaciones de potencia no están correlacionadas. La variación rápida de potencia eólica y solar equivalente de los 19 grupos nodales (σ_{GRI-h}) resulta en 209,115 [MW].

Considerando que para RPF la DB queda definida por $\mu = 1474,57 \text{ MW}$ y $\sigma_{c-h} = 323,08 \text{ MW}$ y teniendo en cuenta a su vez que las variaciones rápidas de la carga y de la GRI no están correlacionadas, a partir de la ecuación (1), se obtiene que la desviación equivalente de la DN (σ_{eq-h}) es 384,85 MW. Con este valor se deduce que no es necesario un

aumento de la RRA para RPF, pero como se puede observar en la Figura 3.b, el incremento en la fluctuación de la DN debido al ingreso de la GRI demandará un mayor trabajo de los reguladores de velocidad de la generación convencional (GC) que oferta para RPF, exigiéndose de esta manera unas mayores velocidades de respuesta de la GC existente en el subsistema bajo análisis.



a) Resumen de variaciones rápidas de potencia obtenidas para el conjunto de proyectos de GRI

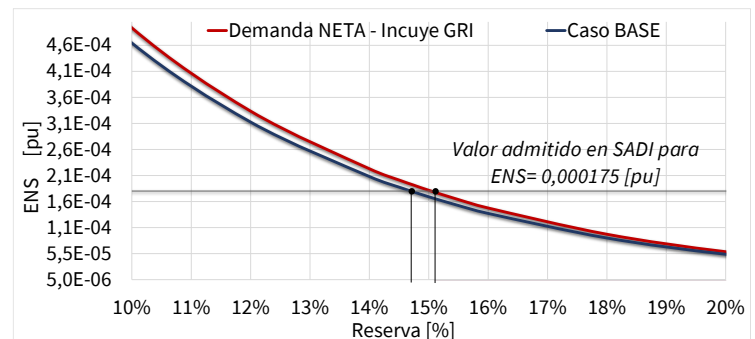
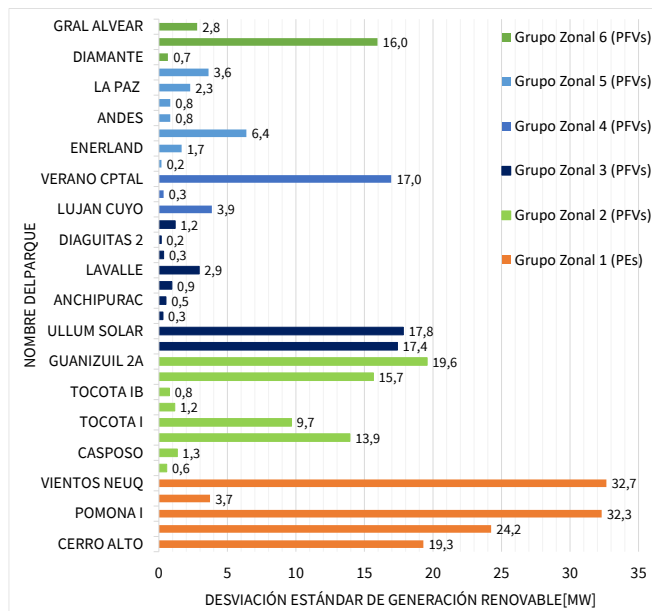
b) Resultado de la comparación de la reserva adicional vs ENS para RPF

Figura 3. Resultados obtenidos para la estimación de reserva rotante adicional para RPF --Promedio de generación horaria-

Estimación de la reserva rotante adicional para regulación secundaria de frecuencia

Los resultados obtenidos de las variaciones lentas de potencia generada por cada uno de los proyectos de GRI, respecto de la media de 10 minutos, se presentan en la Figura 4.a. En función de su ubicación geográfica, del tipo de generación y considerando aquellos proyectos de GRI distanciados entre 100 y 200 km, los 35 parques bajo estudio se reagrupan en 6 grupos zonales equivalentes, para los cuales se consideran que sus variaciones de potencia no están correlacionadas. La variación lenta de potencia equivalente del conjunto de proyectos de GRI de los 6 grupos zonales ($\sigma_{GRI-10min}$) resulta en 38,88 MW.

Teniendo en cuenta que para RSF la DB queda definida por $\mu = 1474,57 MW$ y $\sigma_{c-10min} = 325,24 MW$, además, considerando que las variaciones lentas de la carga y de la GRI no están correlacionadas, a partir de la ecuación (2), se obtiene que la desviación equivalente de la DN ($\sigma_{eq-10min}$) es aproximadamente 327,56 MW. Con este valor para la $\sigma_{eq-10min}$, como se puede observar en la Figura 4.b, se obtiene una ENS de $1,731 \times 10^{-4}$ p.u., si la reserva para RSF es del 15,1%. En caso de no contemplarse la GRI, se obtiene un valor de ENS $1,733 \times 10^{-4}$ p.u. cuando la reserva para RSF es del 14,75%. Esto demuestra que para valores próximos a los requeridos de calidad del servicio técnico ($1,75 \times 10^{-4}$ [p.u.]), se requiere una RRA para RSF en presencia de GRI del 0,35%.



a) Resumen de variaciones lentas de potencia obtenidas para el conjunto de proyectos de GRI

b) Resultado de la comparación de la reserva adicional vs ENS para RSF

Figura 4. Resultados obtenidos para la estimación de reserva rotante adicional para RSF --Promedio de generación de 10 minutos-

Conclusiones

Es de destacar que los sistemas de potencia no pueden funcionar sin reservas de generación si se quiere mantener la frecuencia dentro de los márgenes admisibles, debido a la variabilidad de las demandas a lo largo del día. A su vez, de los resultados obtenidos, tanto para RPF como RSP, se puede inferir que el ingreso de GRI impacta en forma adversa en lo referente a las fluctuaciones de la potencia demandada por el subsistema. Por lo cual la DN deberá ser cubierta por generación convencional gestionable, con velocidades de respuesta alta ante la toma de carga y que tenga capacidad de adecuarse no solo a la aleatoriedad de la demanda, sino también a las fluctuaciones de la GRI. A su vez se destaca que, se presenta un mayor impacto de la penetración de la GRI en las reservas lentas, ya sea para regulación secundaria como en reservas de 5 a 20 minutos -reserva fría o parada-. Resultados que se encuentran en correlación con lo estipulado para la operación normal del SADI

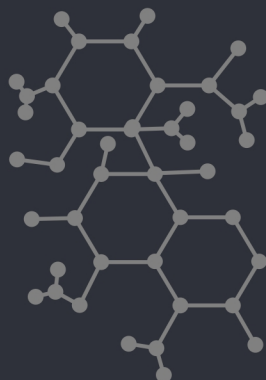
Referencias

Beroqui M., Barbieri M. B., Arnera P. L., Molina Mylius R. D. (2011). "Reserva adicional necesaria en el SADI debido a la presencia de generación eólica". XIV Encuentro Regional Iberoamericano del CIGRÉ. Paraguay, jun. 2011.

Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA), Anexo 23: Regulación de Frecuencia, nov. 2014.

Ibraheem, Khaleequr Rehman Niazi and Gulshan Sharma "Study on Dynamic Participation of Wind Turbines in Automatic Generation Control of Power Systems," Electric Power Components and Systems, vol. 43:1, pp. 44-55, Nov. 2015.

Siryi J. "Integración de energías renovables a la operación y el despacho" Seminario CACIER, Despacho de generación en el SADI en un entorno creciente de aportes renovables, Ciudad autónoma de Buenos Aires, ago. 2019.



Jornadas de Ciencia y Tecnología 2022
26 y 27 de octubre de 2022
Facultad Regional San Francisco