



Identificación del Trabajo	
Área:	Medio ambiente, contingencias y desarrollo sustentable
Categoría:	Alumno
Regional:	Venado Tuerto

Generación de Base de Datos Hidrológica Espacial Mediante PostgreSQL en conexión con QGIS. Caso de Aplicación: Sur de la Provincia de Santa Fe

Vanina A. PIÑERO, Nicolás LEDESMA, Darién DELL'ELCE

Universidad Tecnológica Nacional (Laprida 651, Venado Tuerto), Facultad Regional Venado Tuerto, UTN

E-mail de autores: vaninapinero@gmail.com, nnledesma@outlook.com, darien080596@gmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Ing. Magalí V. Soria y el Ing. Esp. Álvaro Soldano, en el marco del proyecto "Análisis Espacial de Factores de Riesgo Ante Inundaciones en Localidades de la Provincia de Santa Fe.". (2017 – 2019)

Resumen

Mediante el presente trabajo fue generada una base de datos hidrológica espacial (BDHE) para el sur de Santa Fe, inexistente hasta el momento, empleando el software libre PostgreSQL, en conexión con el software libre QGIS, en el cual se realizaron las sistematizaciones de procesos geomáticos.

Para ello, fue necesario realizar una exhaustiva recolección información como así también de procesamiento de la misma, generación y simulación. Las variables recolectadas a procesar e ingresar a la BDEH fueron: modelo digital de elevación, redes de escurrimiento, reservorios, tipos de usos del suelo, tipos de suelos, precipitaciones diarias, y variables climáticas de carácter mensual. Como variable generada fueron logrados los valles de inundación, y con respecto a las simuladas, se obtuvieron variables climáticas e hidrológicas de carácter diario.

Con el fin de realizar transferencia al medio, toda la información geoespacial será volcada a la web de la facultad, puesta a disposición de la población.

Palabras Clave: Teledetección; Sistemas de Información Geográfica; Hidrología; Base de datos.

1. Introducción

En el sur de la provincia de Santa Fe, se encuentran presentes los sistemas hidrológicos: cuenca de la laguna La Picasa, cuenca del Río Salado brazo norte y sur, cuenca de lagunas endorreicas y cuenca del Río Arrecifes. (Giraut et al., 2008)

Estos sistemas son caracterizados como no típicos, puesto que, para lluvias bajas a moderadas, no se encuentran redes de escurrimiento definidas y jerarquizadas, sino que el agua precipitada queda acumulada en los bajos y lagunas cercanos a la precipitación, resolviéndose el balance hídrico mediante términos de transferencia vertical, es decir, mediante infiltración y evaporación. Para lluvias de mayor magnitud, estos bajos y lagunas comienzan a interconectarse entre sí mediante cañadas.

Aunque es demostrada la notoria complejidad del comportamiento de estos sistemas, los cuales requieren de la representación de diversas variables y análisis precisos para predecir sus comportamientos hidrológicos/hidráulicos, en la actualidad no se dispone de información espacio-temporal de las diversas variables que afectan a las respuestas de los mismos, debiendo realizarse estudios parciales y marginales de éstos.

Es por ello que ante manifiesta necesidad, surge la iniciativa de realizar una recolección masiva de información conforme diferentes lineamientos, basados principalmente en el almacenamiento óptimo de la misma en formato geoespacial y adaptable a los softwares de simulación hidrológica/hidráulica.

2. Objetivos

- Lograr una base de datos hidrológica espacial para el sur de la Provincia Santa Fe.
- Computarizar la información obtenida.
- Automatizar metodologías de generación de información mediante softwares de uso libre.
- Generar protocolos de procesamiento de la información.

3. Metodología

Para la creación de la BDHE se consideraron tanto factores geomorfológicos como hidrológicos. Dicha información fue recolectada, procesada y, en algunos casos, generada con el objeto de incorporar en el estudio del comportamiento de los sistemas hidrológicos las variables que los afectan en mayor medida.

El procesamiento de la información fue realizado mediante el software QGIS (de Sistemas de Información Geográfica) y la ejecución de diversos complementos dentro del mismo, principalmente QSWAT+ (evaluación de aguas y suelos) para la generación de información de variables. Posterior a ello, fue creada la conexión de QGIS con el software PostgreSQL (sistema de base de datos de código abierto) para realizar el almacenamiento espacial de la información.

A continuación, se detallan los procesos realizados a las variables.

3.1. Geomorfología

- Modelo Digital de Elevación: el modelo digital de elevación (DEM) elegido fue el perteneciente a la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), el cual se presentaba corregido para la zona de estudio (Soria, 2019). Dicho modelo fue proyectado a coordenadas planas (Para la zona de estudio se utilizó WGS 84 – UTM zona 20-S, codificación: EPSG 32720) con el fin de

lograr un manejo de la información más eficiente y preciso. Posteriormente, fueron resampleados los píxeles del modelo a valores de 100 m por 100 m con el objeto de obtener homogeneidad en la escala de trabajo.

- Redes de escurrimiento: fueron adecuadas de acuerdo a ubicaciones precisas y caracterizadas mediante la vinculación a los datos que las definen, como ser: Ancho, pendiente, profundidad, rugosidad y talud, entre otras.
- Valles de inundación: los mismos fueron generados conforme a la información aportada por el DEM. Éstos fueron calculados negando todas las elevaciones del DEM, recalculando las direcciones de flujo, computando cuánta agua fluiría en cada punto y la acumulación de flujo (SWAT Soil & Water Assessment Tool, 2019). Finalmente se lograron áreas de inundación georreferenciadas y cuantificadas.
- Reservorios: fueron identificados como reservorios las lagunas pertenecientes al sistema. En base a un estudio previo (Soria et al., n.d.) se obtuvo información correspondiente a cotas, áreas y volúmenes: mínimos, normales y de emergencia. Además, se vinculó la información de éstas con las redes de escurrimiento mencionadas anteriormente, conformando de esta manera una simulación más representativa del comportamiento de los flujos.
- Mapa de usos del suelo: para la elaboración de estos mapas fueron utilizados productos de MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Land Cover de 500m de resolución de píxel de frecuencia anual. A fin de definir los distintos usos de suelo, conforme a una nomenclatura universal aplicable a los distintos softwares de modelación hidrológica e hidráulica, se recurrió a la codificación establecida según Global Soil de la base de datos del complemento QSWAT+ (SWAT Soil & Water Assessment Tool, 2019). Al igual que en el punto anterior, fueron resampleados los valores de píxel a 100 m por 100 m realizando un promedio entre los píxeles vecinos.
- Mapa de suelos: fue utilizado el Mapa de Tipología de Suelos de Argentina generado por el INTA (Espindola et al.,2014) para el área de estudio. Dicho mapa presente en formato shape fue convertido a formato ráster, y al igual que el punto anterior de usos del suelo, transformado a coordenadas WGS 84 – UTM zona 20-S, resampleados los píxeles a 100 m por 100 m y renombrados los tipos de suelos conforme bases de datos de suelos globales.

3.2. *Hidrología*

- Precipitaciones: en lo que respecta a información pluviométrica, se recopilaron mediante un arduo trabajo de difusión, estaciones pluviométricas de aficionados ubicadas dentro de un radio de 100 km a la ciudad de Venado

Tuerto. De dichas estaciones se obtuvieron valores de precipitación diarios de distintas estaciones con registro históricos, en algunos casos, de más de 30 años. Cada una de las estaciones fue georreferenciada y representada mediante una capa punto, con información relevante como ser: número de identificación, coordenadas, altitud y periodo de años de recolección de información.

Posteriormente, los valores diarios de precipitación fueron presentados en formato .txt e ingresados en la base de datos.

- Temperaturas, Humedad Ambiental, Radiación Solar, Viento: esta información climatológica, al no contar con registros históricos, fue ingresada a la base de datos conforme la respuesta del simulador de clima para la estación oficial del SMN ubicada en el Aeródromo Tomás B. Kenny de la Ciudad de Venado Tuerto, con el fin de generar datos climáticos diarios representativos, de una estación validada.

Los valores ingresados fueron:

- Temperatura máxima media diaria del mes (°C)
 - Temperatura del aire mínima media por mes (°C)
 - Desviación estándar para la temperatura máxima diaria del aire en mes (°C)
 - Desviación estándar de la temperatura mínima diaria del aire en el mes (°C)
- Humedad del suelo, Percolación, Nivel de napa freática, Escorrentía superficial, Evapotranspiración: puesto que no se poseía registro de dichas variables hidrológicas, las mismas fueron obtenidas mediante la simulación hidrológica de los diferentes sistemas conforme las variables recolectadas y acondicionadas mencionadas en este apartado. Posteriormente fueron ingresadas a la base de datos con período mensual.

4. Resultados

El resultado obtenido mediante el presente trabajo es una Base de datos hidrológica para el sur de la Provincia de Santa Fe.

Como resultados secundarios fue lograda una guía metodológica la cual consiste en la recolección, adaptación e ingreso a la base de datos de la información, para su uso mediante softwares libres.

A continuación, pueden apreciarse mapeadas algunas de las variables consideradas en la base de datos hidrológica.

En la Figura 1 pueden observarse representadas como puntos, las localidades y comunas de las que se obtuvo o pretende obtenerse información pluviométrica.

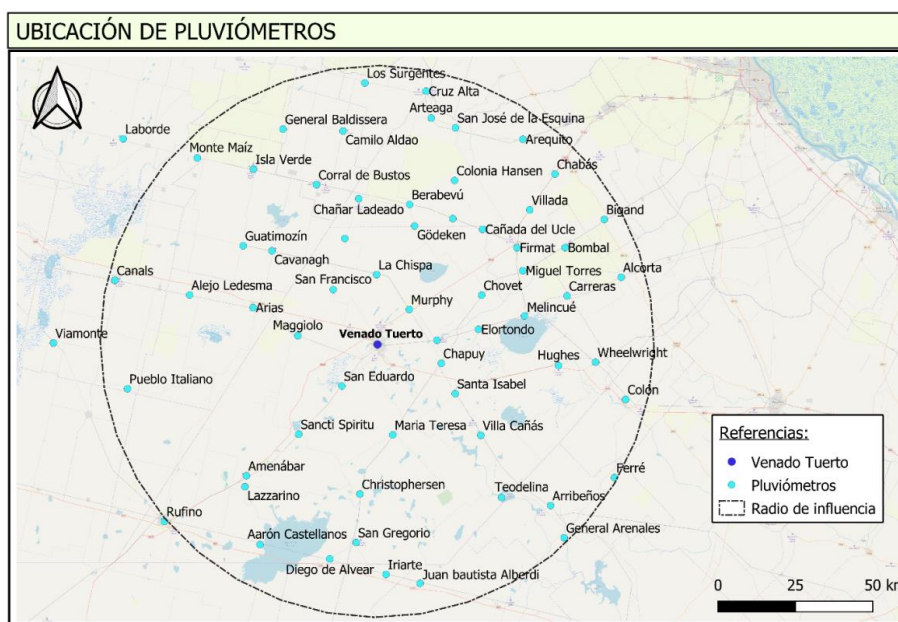


Figura 1. Ubicación de estaciones pluviométricas.

En la Figura 2, se encuentran los puntos de identificación de las lagunas. Esta capa, a través de su tabla de atributos, posee información sobre las mismas, la cual resulta visible ingresando desde el software.

Además, es representado el contorno de área máxima estimativa de superficies ocupadas por los distintos cuerpos de agua.

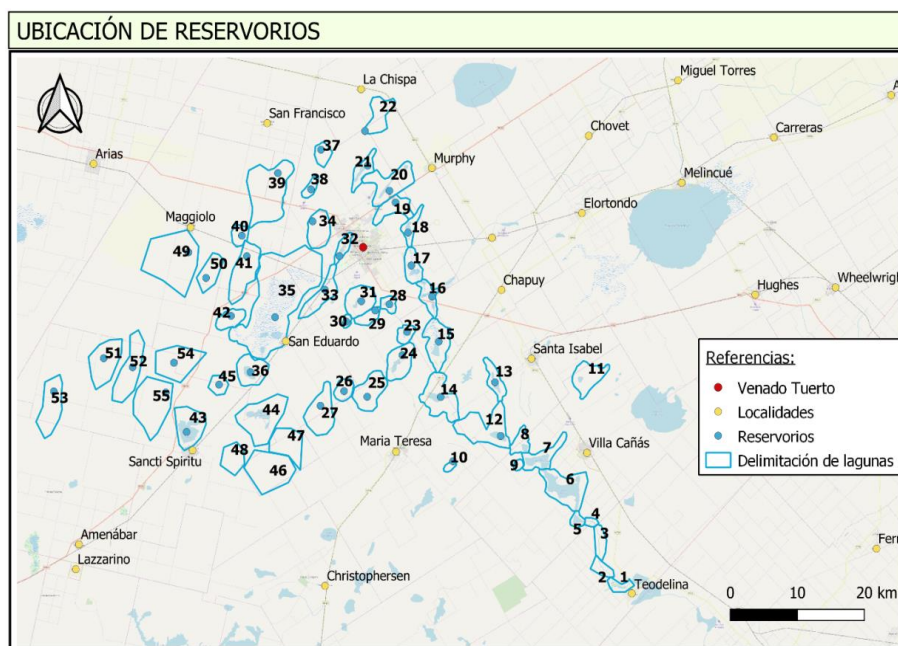


Figura 2. Ubicación de reservorios y delimitación de lagunas.

En la Figura 3, se exponen algunos de los diferentes tipos de suelos presentes en el área de estudio, ingresados a la base de datos.

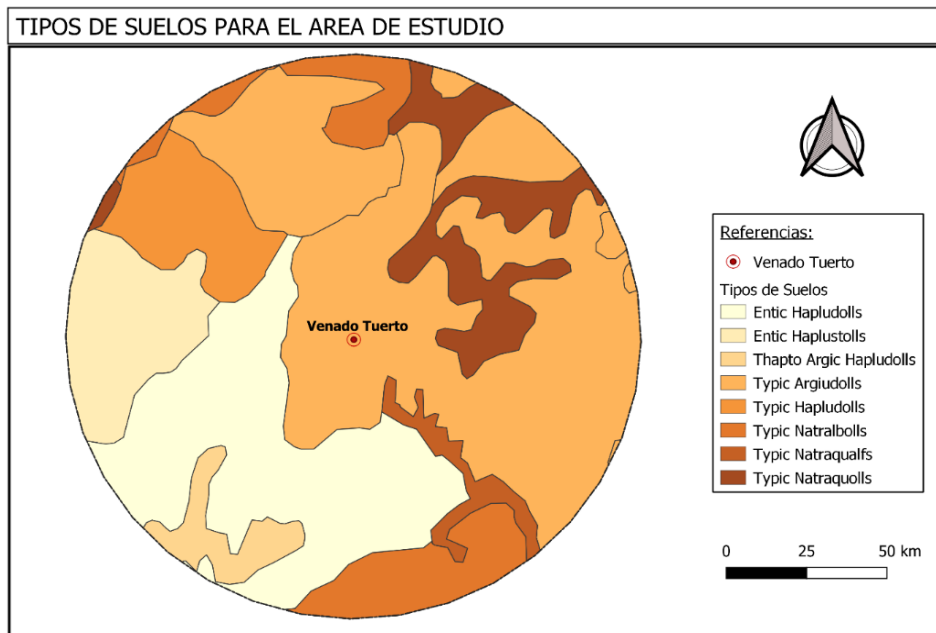


Figura 3. Tipos de suelo.

En la Figura 4, se muestra una caracterización de suelos dependiente de las distintas actividades que se desarrollan en ellos.

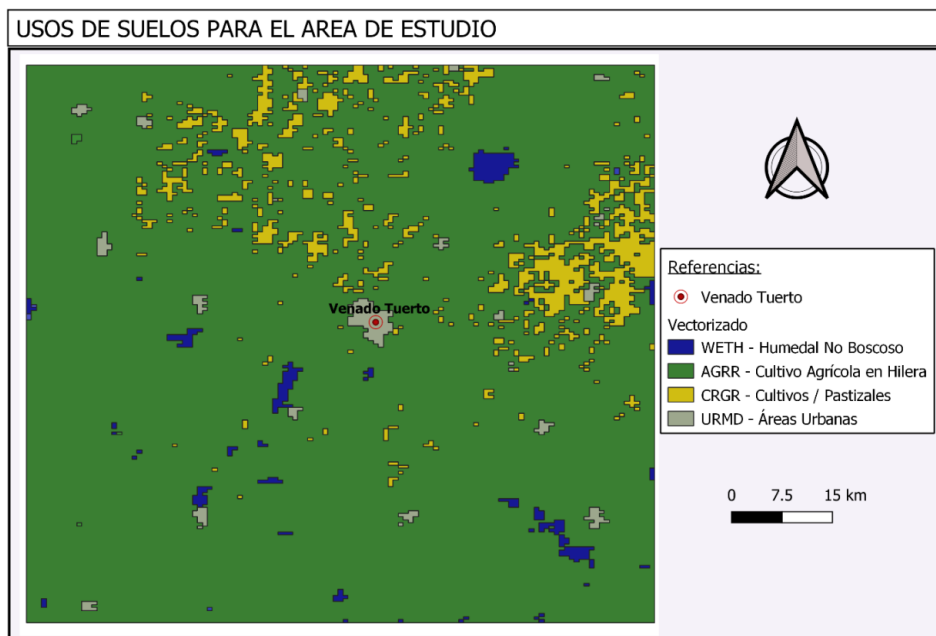


Figura 4. Caracterización de usos de suelo de la zona de estudio.

5. Discusión

Este trabajo tuvo como propósito la generación de una base de datos espacial, haciendo gran énfasis en la generación de un protocolo de recolección, creación, simulación y almacenamiento de información hidrológica espacial, el cual fue fundamentado bajo lineamientos de lectura de datos requeridos por softwares de simulación hidrológica e hidráulica.

Si bien este protocolo es el resultado de un compendio de procesos hallados en manuales y tutoriales de los softwares utilizados, el mismo es inédito debido a la secuencia de los procedimientos, siendo ésta específica para información hidrológica/hidráulica, adaptándose al tipo de información disponible y brindando los lineamientos necesarios para la generación de información no disponible.

Con respecto a las limitaciones del trabajo, a fines de poder clasificar la información conforme los diferentes sistemas hidrológicos que componen el sur de la provincia de Santa Fe, nos encontramos con notorias diferencias entre la delimitación de sistemas del INA y la lograda mediante el uso del DEM corregido. Si bien es de conocimiento que gran parte de los softwares de delimitación de cuencas considera a los sistemas hidrológicos cerrados como parte de otros sistemas aledaños (Soria, 2019) se presentan zonas limítrofes que resultan válidas para la delimitación DEM, discrepando con la delimitación INA. Por tal motivo, y puesto que escapa a los fines originales de este trabajo, queda para un estudio posterior la delimitación precisa de los distintos sistemas hidrológicos, resultando las variables al cierre de este trabajo, utilizables en los diferentes sistemas conforme el criterio del usuario.

Por otra parte, se expone que los registros pluviométricos recolectados no poseen, a la fecha, análisis de consistencia de sus valores, previendo realizarlos en el corto plazo.

Para finalizar, se subraya que los valores de las variables logradas mediante la simulación hidrológica de los diferentes sistemas: humedad del suelo, percolación, nivel de napa freática, escorrentía superficial y evapotranspiración; presentan valores estimativos. En la posteridad, cuando sea realizada la toma de lectura in situ tanto de dichas variables como de otras que no se posea información, podrán ser calibradas las simulaciones y los valores de estas variables podrán considerarse como precisos.

6. Conclusiones

Generar una base de datos hidrológica para el sur de la provincia de Santa Fe es de suma importancia para analizar, interpretar y modelar el comportamiento hidrológico. Brinda independencia lógica y física de los datos, reduce la redundancia de información, permite consultas complejas optimizadas y el acceso concurrente por parte de múltiples usuarios, dando seguridad de respaldo y recuperación.

El logro de la creación de protocolos de trabajo permite que se reproduzcan de forma sistemática todas las operaciones hasta obtener la información necesaria y poder almacenarla, lo cual promete una continuidad en el manejo de la información.

Además, al desarrollar todos los procedimientos mediante Softwares libres, permite que operarios, con moderados conocimientos en la temática, puedan replicar los mismos empleándolos a sus áreas de estudio.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en especial a Aimé Espíndola, por la información de tipologías de suelos de la región brindada.

A los diversos aficionados en Meteorología de la región, por el aporte de sus registros pluviométricos.

Bibliografía consultada

Espindola, A.; Godagnone, R.; Havrylenko, S.; de la Fuente, J.C.; Mercuri, P. (2014). Generación de bases de datos de suelos para modelos hidrológicos a escalas regionales. *XXIV Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo, 000*.

Giraut M., Lupano C., Soldano, Á., R. C. (2008). *Cartografía Hídrica Superficial Digital de la Provincia de Santa Fe* [Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina]. Buenos Aires.

Soria, M. (2019) Aplicación de herramientas geomáticas para la caracterización morfológica y delimitación del sistema hidrológico de llanura “las encadenadas” (Tesis de Maestría no publicada). Universidad Autónoma de Entre Ríos.

Soria, M. et al (n.d.). Parametrización de la superficie de laguna “La Victoria” - Venado Tuerto mediante precipitaciones acumuladas. *Revista de Ciencia y Tecnología de La UTN*.

SWAT Soil & Water Assessment Tool. (2019). QSWAT. Retrieved from <https://swat.tamu.edu/software/qswat/>