

## **APLICACIÓN DEL SOFTWARE EXPERT CHOICE COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE DE DECISIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN SUSTENTABLE DE PARQUES INDUSTRIALES**

**Marcelo A. Tavella, Ariel Miropolsky, Roxana Maner**

Centro de Investigación en Estrategias para el Desarrollo (en trámite de aprobación),

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional. Córdoba. Argentina.

Tel: 0351-5986020 - mtavella@posgrado.frc.utn.edu.ar

**Resumen:** El presente trabajo se propone analizar la aplicación de una herramienta de software basada en lógica difusa, para la identificación de la localización sustentable de cuatro parques industriales ubicados en la provincia de Córdoba.

Siendo la localización un estudio de soluciones múltiples, puede existir más de una localización factible adecuada que puede hacer sustentable el proyecto.

El software sobre el que se basa principalmente este estudio es el Expert Choice V11 que utiliza el Proceso Jerárquico Analítico (AHP, Analytic Hierarchy Process). El AHP permite combinar la percepción humana, las preferencias y la experiencia para priorizar opciones en situaciones complejas como las estudiadas en el presente trabajo.

Luego de aplicar el software para los estudios de localización se pudo apreciar la utilidad y las fortalezas del mismo como soporte de decisión para la localización de parques industriales.

**Palabras Claves:** Parques industriales, desarrollo sustentable, decisión, localización.

**Abstract:** This paper analyzes the implementation of a software tool based on fuzzy logic to identify the sustainable location of four industrial parks in the province of Córdoba.

Being the location study of multiple solutions, there may be more than one possible location that can make the project sustainable.

Primarily the software on which this study is based is the Expert Choice V11 that uses the Analytic Hierarchy Process (AHP). The APH combines human perception, preferences and experience to prioritize options in complex situations such as those presented in this paper.

After applying the software in localization studies could assess its usefulness and the strengths as decision support for the location of industrial parks..

**Keywords:** Industrial parks, sustainable development, decision, location.

### **INTRODUCCIÓN**

Un parque industrial es un conjunto de industrias, que se agrupan con el fin de contar con las ventajas de disponer de servicios comunes. (Iglesias Piña, D., 2012).

Los parques industriales son, además, comunidades de emprendimientos industriales, en los cuales las empresas cooperan entre sí compar-

tiendo sus recursos (información, materiales, residuos, recursos humanos, energía, entre otros) para alcanzar una mejora económica y social, reduciendo las repercusiones sobre el medio ambiente; obteniendo de forma directa un incremento de su competitividad y una disminución en el consumo de recursos, de esta forma se actuará en colaboración con la administración local encaminada hacia el logro de un modelo de actividad sostenible.

El emplazamiento geográfico de un parque industrial tiene una gran influencia en el éxito del proyecto, su relevancia reside en que constituye una decisión de largo plazo, con carácter permanente e irreversible.

La selección del emplazamiento más adecuado desde el punto de vista de la sustentabilidad, es un problema de decisión complejo, el cual debe considerar diferentes factores de localización que ayuden a tal fin. Se deben tener en cuenta “no solo las disponibilidades de los servicios básicos e infraestructura, imprescindibles para las actividades del parque, sino también la accesibilidad del lote, las restricciones normativas en el uso del suelo y consideraciones urbanísticas, ambientales y estéticas del entorno” (Tavella, M., et al, 2008).

Estos factores ayudan a lograr una planificación integrada de los recursos y la minimización de los impactos negativos generados por una zona industrial.

En este trabajo se analizarán los factores considerados como los más pertinentes para el estudio de localización sustentable de cuatro parques industriales ubicados en el interior de la Provincia de Córdoba, mediante el uso del software Expert Choice V11, el cual utiliza la lógica del Análisis Jerárquico de Procesos (AHP).

## DESARROLLO

Como ya se mencionó, este trabajo evaluó la localización sustentable de cuatro parques industriales, ubicados en el interior de la provincia de Córdoba, en las localidades de Villa María, Las Variillas, Ordóñez y Monte Buey, aplicando el método del Análisis Jerárquico de Procesos, mediante la utilización del Software Expert Choice V11, con el fin de identificar las ventajas aportadas por la utilización del mismo con respecto a la aplicación del método sin el apoyo de dicha herramienta.

Para este análisis contamos con relevamientos realizados entre los años 2005 a 2010, en forma conjunta con los municipios de las localidades mencionadas e investigadores del CIED de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, quienes identificaron las posibles zonas de localización. Los factores de localización se seleccionaron de acuerdo a los requisitos estipulados en la Ley N° 7255 de la Provincia de Córdoba para la aprobación definitiva de un parque industrial (Ley 7255, 1985).

De tal forma, se definieron diez factores de localización, considerados comunes a las cuatro localizaciones analizadas. Ellos son: accesos y vías de comunicación, aspectos urbanísticos, dimensiones y disponibilidad del inmueble, zonificación y uso del suelo, niveles y desagües pluviales, gas natural, agua potable y de uso general, energía eléctrica, telefonía y red cloacal, los cuales serán descriptos brevemente a continuación.

### Descripción de los factores de localización

Con el fin de aportar mayor claridad a la importancia de cada factor, se hará una breve descripción de ellos, haciendo mención en cada caso de aquella situación considerada como ideal, para el establecimiento de un parque industrial.

En función de ello entenderemos por accesos y vías de comunicación a la facilidad para acceder al predio del futuro parque industrial.

Depende fundamentalmente de las rutas o caminos que rodean el lugar. Se considera como ideal la posibilidad de acceso mediante dos rutas diferentes, que permitan el correcto ingreso y egreso al futuro parque, tanto de los camiones de carga como del personal.

Aspectos urbanísticos hace referencia a la preponderancia de vientos que eviten que los efluentes gaseosos lleguen y perjudiquen la ciudad

donde se instala el parque. Se considera como ideal que los vientos dominantes no lleven los posibles efluentes gaseosos contaminantes a la ciudad.

Dimensiones y disponibilidad del inmueble se refiere al tamaño del predio donde se instalará el futuro parque y además a la facilidad para adquirir el mismo por parte del organismo que vaya a desarrollar las obras. Se considera que para el establecimiento de un parque industrial, lo ideal es un terreno de 65 Ha, que pertenezcan al Estado.

Zonificación y uso del suelo es considerada como la variable más importante en la radicación de un parque industrial ya que de existir restricciones en el uso del suelo podrían pasar varios años antes de poder levantarla. Hay que tener en cuenta que aquí, se radicarán muchas empresas de diferentes rubros, por lo tanto lo que se busca es colocar al mismo en una zona en donde se desarrollen actividades industriales, preferentemente dentro del ejido urbano. Lo ideal es que el predio se encuentre en una Zona Industrial, dentro del ejido urbano.

Niveles y desagües pluviales hace referencia a la capacidad del predio y de los accesos al mismo para desagotar el agua proveniente de las lluvias. Revertir este factor desfavorable implicaría altos niveles de inversión en movimientos de tierra e infraestructura, y por ello se consideran ideales aquellos predios que se encuentren en zonas que no posean problemas de inundabilidad.

Gas natural se refiere a la disponibilidad de gas natural, a través de un ramal de gas. Si bien es un aspecto importante, la no existencia de este en la cercanía no impediría directamente la radicación del parque. Se considera ideal la presencia de un ramal de gas natural cercano que posea un mínimo de 4" de diámetro y una presión de 25 Kg/cm<sup>2</sup>.

Agua potable y de uso general se refiere a la disponibilidad y acceso del predio al agua potable y agua para uso general. Lo ideal sería que el

predio disponga de capacidad de provisión de agua potable a través de la red pública o en todo caso, por disponibilidad de agua subterránea de buena calidad.

Energía eléctrica es la disponibilidad y acceso a una red de energía eléctrica. Lo óptimo sería que el lugar se encuentre cercano a una red de media tensión (13,2 Kv), para proveer a las futuras empresas del parque.

Telefonía se refiere a la capacidad de acceso a un sistema de telefonía fija e Internet. Si bien es un aspecto importante, actualmente se pueden acceder a servicios de telefonía e Internet en forma inalámbrica. La situación ideal sería aquella donde pase por los alrededores del predio una línea de telefonía fija y red de fibra óptica.

Red cloacal hace referencia a la cercanía de una red cloacal que pueda ser utilizada por el futuro parque industrial. No constituye un aspecto que no fuera salvable mediante futuras obras. La situación ideal es aquella donde en los alrededores del predio evaluado se encuentre una red cloacal que pueda conectarse directamente al sistema del futuro Parque Industrial. (Tavella M., et al, 2014).

### **Descripción del Método de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP).**

El Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) es una herramienta de apoyo al sistema de decisiones para resolver problemas complejos de criterios múltiples, que fue introducido y desarrollado por el Dr. Thomas Saaty, de la Universidad de Pennsylvania, en la década de 1970 convirtiéndose en la última década, en uno de los métodos más utilizados para la resolución de problemas multicriterio.

El AHP permite organizar de forma eficiente y gráfica toda la información concerniente a un problema mediante la construcción de un

modelo jerárquico, identificando objetivo del problema, factores y alternativas, de manera tal de poder descomponerlo y analizarlo por partes a fin de visualizar los efectos producidos por los cambios en los niveles jerárquicos y sintetizarlos, proporcionando la ventaja de poder incorporar en el análisis aspectos cualitativos que suelen quedarse excluidos debido a su dificultad para ser medidos, y que en algunos casos pueden resultar relevantes (Saaty and Vargas, 2012).

El proceso requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los factores de análisis y que luego especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada factor, (Roche and Vejo, 2005).

Una vez construido el modelo jerárquico, el decisor comienza a priorizar los elementos en cada nivel de la jerarquía, realizando la comparación pareada entre los factores de análisis, en término de la meta global, y luego lo mismo entre las alternativas involucradas en el problema respecto de cada uno de los factores analizados, con el fin de asignarle un valor (prioridad o "peso") a cada uno de los factores intervinientes, de acuerdo a una escala de preferencia (Tabla 1) que permite incorporar al proceso de toma de decisiones la subjetividad, la experiencia y los conocimientos de forma intuitiva (Toskano Hurtado,2005).

Para el presente trabajo, los pesos o valoraciones asignados a los factores de localización fueron determinados por los autores, quienes han evaluado, desarrollado y diseñado parques industriales en la Provincia de Córdoba y han realizado los cuatro estudios de localización considerados en este trabajo aplicando como técnica el método del Scoring Normalizado (Tavella, M et al, 2008).

Como resultado del proceso anterior se obtendrá una matriz cuadrada, conteniendo las

PLANTEAMIENTO VERBAL DE LA PREFERENCIA	ASIGNACIÓN NUMÉRICA
IGUALMENTE PREFERIBLE	1
ENTRE IGUALMENTE Y MODERADAMENTE PREFERIBLE	2
MODERADAMENTE PREFERIBLE	3
ENTRE MODERADAMENTE PREFERIBLE Y FUERTEMENTE PREFERIBLE	4
FUERTEMENTE PREFERIBLE	5
ENTRE FUERTEMENTE PREFERIBLE Y MUY FUERTEMENTE PREFERIBLE	6
MUY FUERTEMENTE PREFERIBLE	7
ENTRE MUY FUERTEMENTE PREFERIBLE Y EXTREMADAMENTE PREFERIBLE	8
EXTREMADAMENTE PREFERIBLE	9

TABLA 1: ESCALA DE PREFERENCIAS.

comparaciones entre cada factor de análisis, en orden de preferencia de acuerdo a la meta global, y luego, por cada factor, una matriz cuadrada representando las comparaciones entre las alternativas, concluido lo cual, comienza lo que se denomina el proceso de sinterización, que consiste en el cálculo de valores y vectores característicos para cada una de las matrices cuadradas, obteniéndose finalmente un vector de prioridades global de cada alternativa que nos indicará el nivel de preferencia de cada una de ellas en función de la subjetividad del decisor. (Tavella M. et al, 2014).

Cabe aclarar que el decisor, al momento de realizar las comparaciones pareadas y asignar prioridades a los elementos, puede efectuar juicios erróneos o inconsistentes. Asumiendo que la consistencia perfecta es muy difícil de obtener, ya que se trata de juicios subjetivos, el AHP nos ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor, pudiendo saber si ésta es aceptable o si es

necesario reconsiderar los juicios antes de continuar con el proceso de decisión.

Por último, corresponde mencionar el análisis de sensibilidad, que permite visualizar cambios en el ordenamiento de las alternativas respecto a posibles alteraciones en la importancia otorgada a los factores de análisis, es decir, responde con bastante precisión a la pregunta: ¿Qué pasa si...?. Esto resulta de suma utilidad en aquellos casos en los que se requiere volver a aplicar el AHP porque cambió algún factor en la situación problemática analizada, evento que puede ocurrir en el corto o mediano plazo, debido a que el proceso de toma de decisión es un proceso dinámico y requiere ser ajustado y revisado en el tiempo.

### Expert Choice V11

Expert Choice es un software orientado a la toma de decisiones, que proporciona un apoyo a los decisores organizando la información relacionada a la complejidad de un problema de soluciones múltiples en un modelo jerárquico consistente de un objetivo, escenarios posibles, factores y alternativas. Su funcionamiento está basado en el Proceso Jerárquico Analítico (AHP, Analytic Hierarchy Process), descrito anterior-



FIGURA 1: VILLA MARÍA - PREDIO 1B.

mente, permitiendo realizar las tareas de estructuración jerárquica, priorización de elementos, comparaciones pareadas, el proceso de sintetización, análisis de consistencia y análisis de sensibilidad de forma relativamente rápida y sencilla. Quizás su mayor ventaja en el proceso de toma de decisiones se advierte en el análisis de sensibilidad por su capacidad de permitir a los decisores visualizar en el acto los cambios ocurridos en la valoración de los otros factores y en el ordenamiento de las alternativas.

### Localización Parque Industrial Villa María

Villa María es una ciudad del centro de la Provincia de Córdoba, Argentina, cabecera del Departamento General San Martín. Es la tercera en importancia de la provincia, luego de la Capital y la ciudad de Río Cuarto. Cuenta con una población de 79.946 habitantes en el municipio de Villa María según el registro del Censo Provincial de Población 2010 (Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, 2010). Su localización se encuentra en plena Pampa Húmeda, ubicada a los 63 grados 16 minutos de longitud Oeste y a los 32 grados 25 minutos de latitud Sur, a orillas del Río Tercero o Ctlamochita y a 146 km al sudeste de la ciudad de Córdoba. Tiene su núcleo original en la ribera izquierda (norte) del mencionado Río Tercero aunque en el transcurso del siglo XX se ha integrado con la ciudad de Villa Nueva ubicada en la ribera sur. (Tavella M. et al, 2014).

Para este estudio se consideraron tres zonas de la Ciudad:

Hacia el Norte sobre la Ruta Provincial N° 158.

Al Este entre la Ruta Nacional N° 9, Ruta Provincial N° 2 y la Av. Gral. Savio.

Al Oeste sobre la Ruta Nacional N° 9.

En ellas, se determinaron siete localizaciones

factibles, identificadas como 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2 y 3, las cuales se analizaron con preferencias a los diez factores descriptos y comunes a todas las zonas identificadas.

Como el objetivo planteado en este trabajo ha sido identificar la localización sustentable de cada parque industrial mediante el uso del software Expert Choice, uno de los requisitos previos para hacerlo, fue fijar nuestra meta, que en este caso es: “Seleccionar la mejor localización – parque industrial Villa María”, y los factores de localización considerados para cada alternativa. Concluido lo cual se puede apreciar la estructura en árbol final, es decir el modelo jerárquico tal y como se muestra en la Figura 2.

Como siguiente paso se cuantificó la importancia de cada factor respecto a nuestra meta global. Aquí es donde se realizaron las comparaciones pareadas de los factores. Cada celda de la matriz que se visualiza en la parte inferior de la Figura 3, lleva asociada dos factores de localización, a los cuales mediante su comparación se les fue asignando un valor según la importancia de uno sobre otro respecto a la meta fijada. Por ejemplo, en la comparación de “Accesos y vías de comunicación” con “Niveles de desagües pluviales”, según la escala de preferencia (tabla 1) descripta anteriormente y ateniéndonos a la subjetividad del decisor, se estableció un valor de

3, es decir que Accesos y vías de comunicación, es “moderadamente más importante” que los “Niveles de desagües pluviales”, para lograr la mejor localización del parque industrial.

También puede observarse en la Figura 3, que aparecen valores en rojo, (celda remarcada) por ejemplo el valor “3” correspondiente a la comparación de los factores “Gas natural” y “Agua potable”.

En este caso se interpreta que la importancia asignada a “Gas natural” es inversamente moderada respecto de “Agua potable” para la consecución de la mejor localización del parque industrial. Pudo observarse también que durante todo el proceso de carga, Expert Choice va controlando que la consistencia se encuentre dentro de los niveles aceptables. Se considera que la consistencia es aceptable cuando su valor es menor o a lo sumo igual a 0,1.

El resultado obtenido finalmente del proceso de “sintetización” del AHP, se puede apreciar en la Figura 4.

El siguiente paso fue realizar el mismo proceso, pero comparando esta vez cada alternativa respecto de los factores. La matriz de comparaciones que se obtuvo y el resultado final obtenido del proceso de sintetización se pueden apreciar en las Figuras 5 y 6. De igual forma se procedió comparando las alternativas con cada uno de los factores de localización restantes, es decir, con

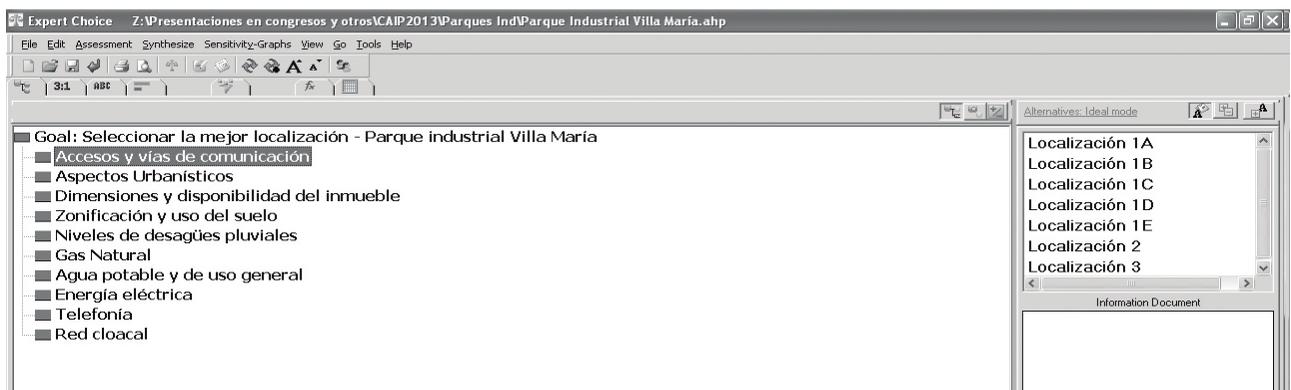


FIGURA 2: MODELO JERÁRQUICO.

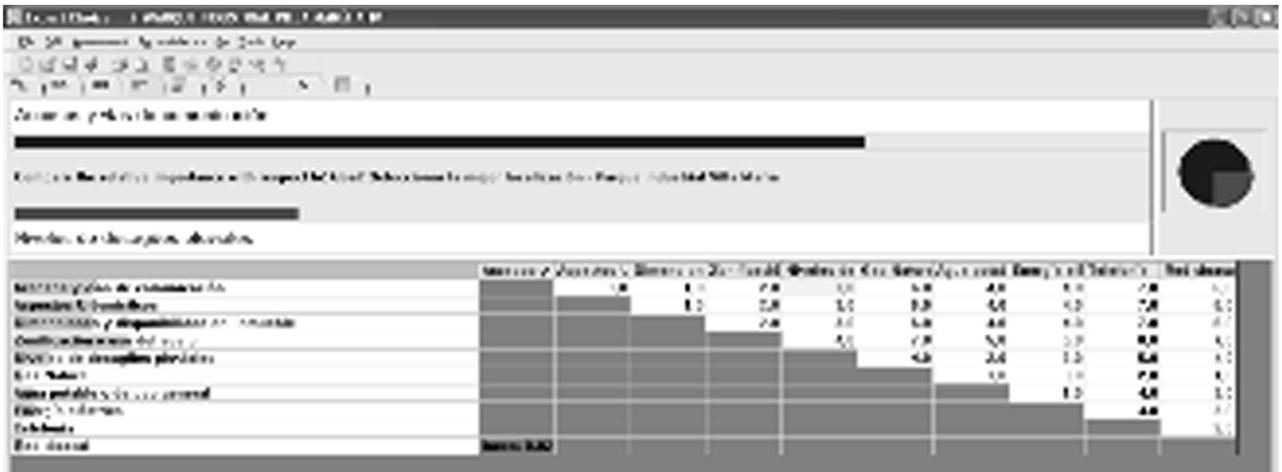


FIGURA 3: MATRIZ DE COMPARACIONES ENTRE CADA FACTOR DE ANÁLISIS, EN ORDEN DE PREFERENCIA DE ACUERDO A LA META GLOBAL.



FIGURA 4: VECTOR DE PRIORIDADES DE LOS FACTORES DE LOCALIZACIÓN RESPECTO A LA META GLOBAL.



FIGURA 5: MATRIZ DE COMPARACIONES ENTRE LAS ALTERNATIVAS, RESPECTO AL FACTOR DE LOCALIZACIÓN “ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN”

aspectos urbanísticos, dimensiones y disponibilidad del inmueble, zonificación y uso del suelo, niveles y desagües pluviales, gas natural, agua potable y de uso general, energía eléctrica, telefonía y red cloacal.

El resultado final, luego de haber realizado todas las comparaciones posibles de las alternativas en relación con cada factor de localización, se puede visualizar en forma gráfica en la Figura 7.

Aquí se puede observar claramente que la mejor

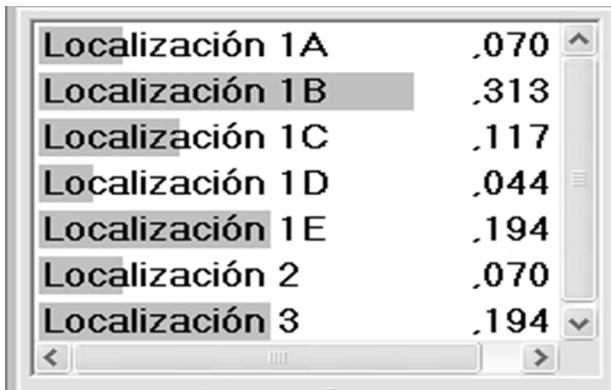


FIGURA 6: VECTOR DE PRIORIDADES DE LAS ALTERNATIVAS RESPECTO AL FACTOR DE LOCALIZACIÓN: "ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN".

Con posterioridad, el organismo a cargo decidió que el trazado del empalme no afectaría al predio 1D, lo que elevó el valor del factor, alterando el ordenamiento final y ubicando el predio 1D en un segundo lugar de preferencia. Este análisis de sensibilidad fue fácilmente realizable mediante el uso del software, que permitió visualizar los resultados en forma rápida y clara.

Finalmente los terrenos del predio 1B presentaron dificultades para ser expropiados, por lo que se optó por el predio 1D, que es donde actual-

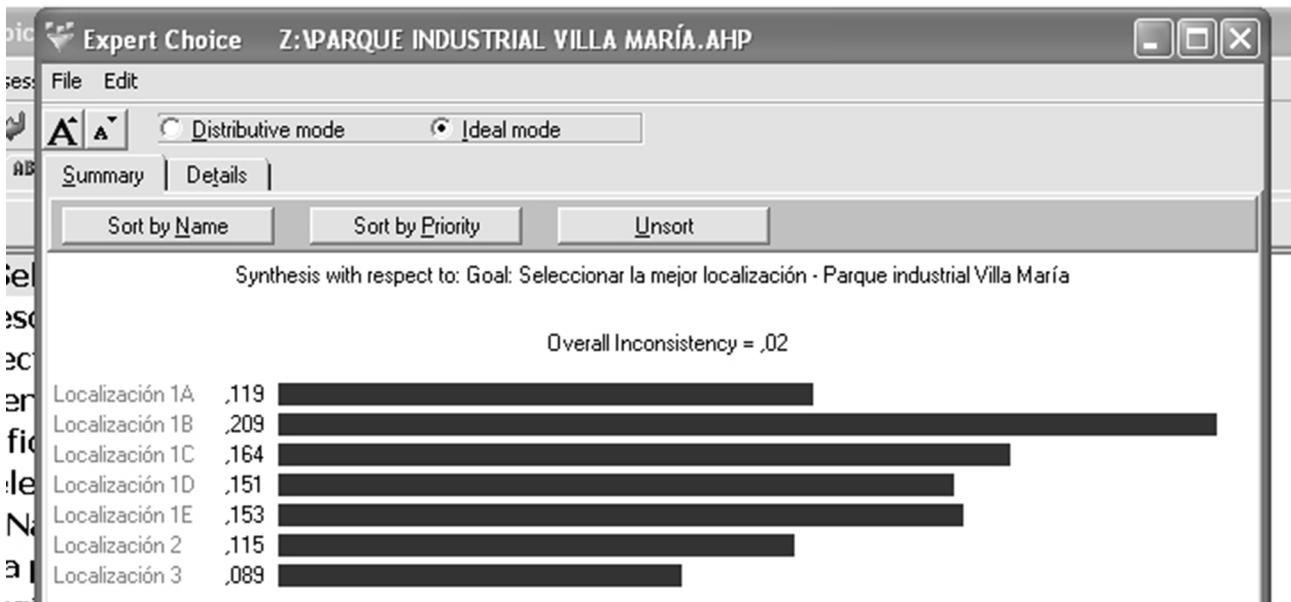


FIGURA 7 VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL – PARQUE INDUSTRIAL VILLA MARÍA.

opción, para el desarrollo sustentable del parque industrial es la localización 1B, en segundo lugar la opción 1C, en tercero la opción 1E, por poca diferencia, le sigue la opción 1D, luego la opción 1A, 2 y 3 en ese orden. En el caso particular de los predios considerados para este parque, cabe destacar que la zona 1D contaba con una importante restricción en cuanto a la disponibilidad del inmueble, ya que estaba planificado que el predio iba a ser afectado por el futuro empalme de la autopista Córdoba – Rosario. Por tal motivo el valor asignado a ese factor de localización fue relativamente bajo.

mente se encuentra radicado el parque industrial Villa María.

### Localización Parque Industrial Las Varillas

Las Varillas es una ciudad del este de la provincia de Córdoba, Argentina, en el departamento San Justo, ubicada en la pedanía de Sacanta. Dista 602 km de la Capital Federal; 320 km del puerto fluvial de Rosario, 165 km de la ciudad de Córdoba y 83 km del puerto seco de Villa María (Córdoba). La ciudad es atravesada

por dos rutas: la Ruta Nacional 158, que la vincula con países limítrofes y la Ruta Provincial Nro. 13, que la vincula con la capital de la provincia y con la ciudad de Rosario.

Las coordenadas son 31°52'S y 62°43'O. Se ubica a 136 metros sobre el nivel del mar y se apoya en un suave declive que se orienta hacia el Río Paraná.

Según el Censo Provincial del año 2010, (Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, 2010), la ciudad de Las Varillas tiene una población de 16.316 habitantes en su mayoría descendientes de inmigrantes europeos. (Tavella M. et al, 2014).

Se consideraron tres zonas de la ciudad: Al Sur entre la Ruta Nacional N° 158 (hacia Villa María) y Ruta Provincial N° 13 (hacia Alicia).

Hacia el Norte entre la Ruta Prov. N° 13 (al Arañado) y Ruta Provincial N° 3.

Al Este entre la Ruta Nacional N° 158 (hacia San Francisco) y Ruta Nacional N° 13 (hacia Alicia). En ellas, se determinaron ocho localizaciones factibles, identificadas como A, B, C, D, E, F, G y H.

Mediante el uso del software Expert Choice V11 y realizando los mismos pasos efectuados anterior-



FIGURA 8: LAS VARILLAS – PREDIO F

mente para el parque industrial Villa María se logró arribar a los resultados mostrados en la figura 9.

Como se pudo observar, la localización más sustentable para el parque industrial fue la “localización F”, en tanto que la menos adecuada fue la identificada como “Localización B”.

### Localización Parque Industrial Monte Buey

Monte Buey es un pueblo que se encuentra ubicado sobre la Ruta Provincial RP 6 en el Depart-

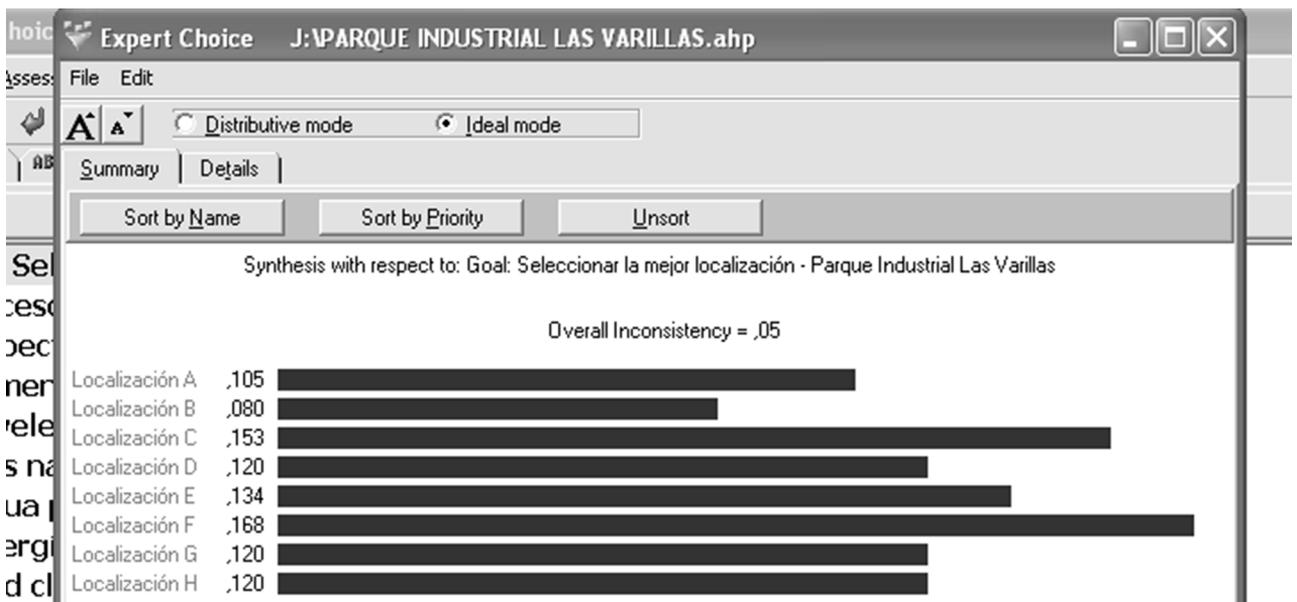


FIGURA 9: VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL – PARQUE INDUSTRIAL LAS VARILLAS

tamento Marcos Juárez, provincia de Córdoba, Argentina y en la intersección del paralelo 32.25 de latitud sur y 62.27 de longitud oeste. Es la Capital Nacional de la Siembra Directa.

Está asentado sobre la llanura pampeana a una altura de 110 msnm. Tiene 65.000 ha y en su baricentro se encuentra la zona urbanizada que cubre 300 ha.

Según el Censo Provincial del año 2010, (Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, 2010), la ciudad de Monte Buey cuenta con una población de 6.285 habitantes. (Tavella M. et al, 2014).

En este caso para la preevaluación realizada se tuvo en cuenta la Ordenanza N° 31/84 (Código de Urbanización) y la Ley N° 9625 (Radio Municipal de Monte Buey).

Para el análisis se consideraron cuatro zonas de la localidad.

En ellas, se determinaron cinco localizaciones factibles, identificadas como predios 1, 2 3A, 3B y 4.

Repitiendo los pasos realizados con los dos parques desarrollados anteriormente se pudo arribar a los resultados expuestos en la figura 11.

Aquí nuevamente se pudo visualizar con claridad que la mejor localización fue la identi-



FIGURA 10: MONTE BUEY – PREDIO 3A.

ficada como “Localización 3A” y la peor como la “Localización 1”

### Localización Parque Industrial Ordóñez

Ordóñez es una localidad situada en el departamento Unión, provincia de Córdoba, Argentina. Se encuentra situada a aproximadamente 260 km de la ciudad de Córdoba, sobre la Ruta provincial N° 6. Según el Censo Provincial del año 2010, (Dirección General de Estadísticas y Censos de

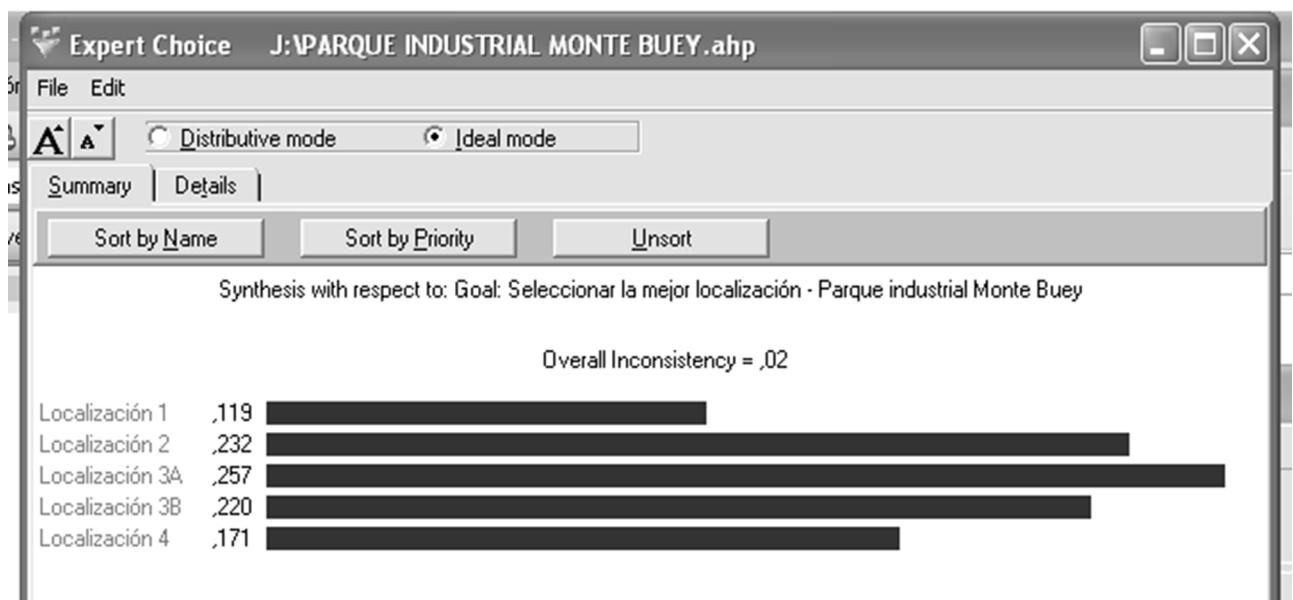


FIGURA 11: VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL – PARQUE INDUSTRIAL MONTE BUEY

la Provincia de Córdoba, 2010), la población de Ordoñez es de 2.613 habitantes.

El clima de la localidad es templado con estación seca, registrándose unas precipitaciones anuales de 950 mm, aunque en los últimos años este número ha aumentado, provocando numerosas inundaciones nocivas para la agricultura.

La localidad surgió con la construcción del ferrocarril y se vio seriamente afectada tanto económica como socialmente cuando éste dejó de pasar. Cuenta con varias empresas industriales que son el motor de desarrollo de la localidad pasando de ser una comunidad agrícola a ser una comunidad industrial. (Tavella M. et al, 2014).

Se consideraron en este caso cuatro fracciones de terreno localizadas hacia el Este a ambos lados de la Ruta Provincial Nº 6 identificadas como A, B, C y D.

Luego de efectuar proceso de análisis mediante el uso del software Expert Choice se pudo obtener el vector de prioridades global – Parque Industrial Ordoñez – Figura 13.

Se pudo apreciar que comparativamente las opciones “D” y “B” fueron significativamente mejores para el desarrollo sustentable del parque industrial, que las opciones “C” y “A”.

## RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Luego de realizado el estudio, los resultados obtenidos revelaron que para el caso del parque industrial Villa María la mejor localización fue la 1B con un porcentaje de 20,9% de la totalidad; en tanto que para el parque industrial Las Variillas, se definió como la localización mas sustentable la opción “F” con un 16.8 %. Para el parque industrial Monte Buey, la mejor localización representaba el 25,7% de preferencia respecto a otras cuatro opciones y correspondió a la región “3A”; en tanto que en el caso del parque industrial Ordoñez, la localización más sustentable fue la “D”, representando el 32.1 %.

Teniendo en cuenta la cantidad de factores de localización y alternativas considerados en este estudio, pudimos concluir que la aplicación del AHP resultaría altamente compleja debido a la gran cantidad de cálculos a realizar, lo que lo hace muy susceptible de llegar a resultados erróneos. Sin embargo, mediante el empleo del software (Expert Choice V11), se pudo utilizar un método altamente reconocido en distintos ámbitos para la toma de decisiones con relativa rapidez, sencillez y eficacia y obtener conclusiones válidas.

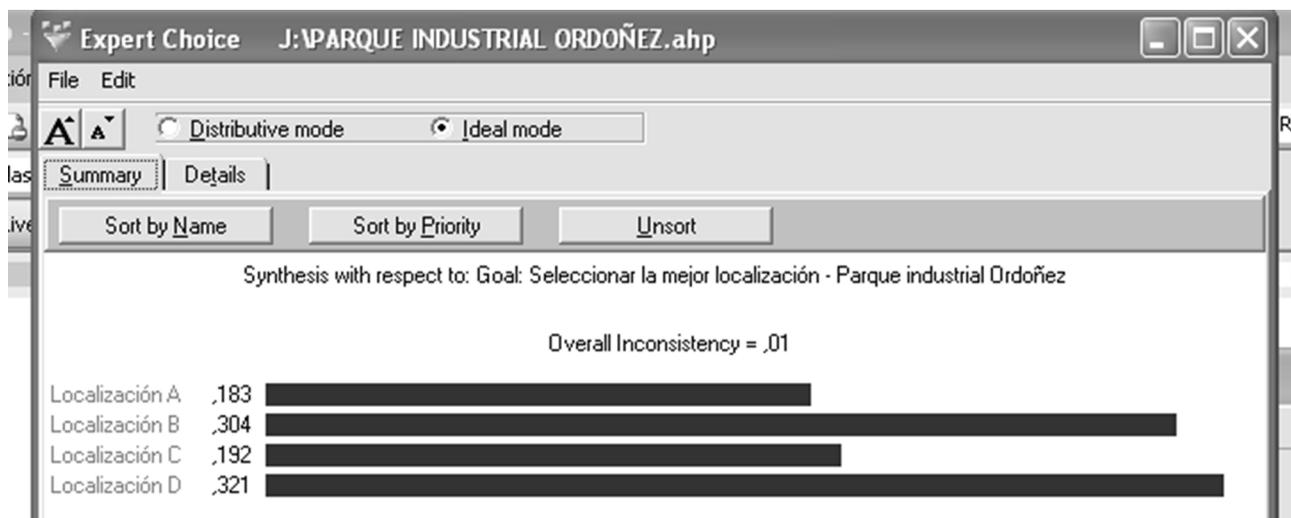


FIGURA 13: VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL – PARQUE INDUSTRIAL ORDOÑEZ

Otra fortaleza detectada es el poder visualizar la consistencia en las valoraciones asignadas, lo que nos da la certeza de no estar realizando juicios erróneos en la importancia de los factores.

El análisis de sensibilidad aporta otro beneficio al uso de esta herramienta, como ya se mencionó para el caso del parque industrial Villa María, ya que al modificar la valoración de un factor de localización, se produjo una alteración en el ordenamiento de las alternativas consideradas, hecho que se pudo resolver con gran agilidad empleando este software.

La aplicación de esta herramienta informática demostró su utilidad; con las consideraciones arriba descritas, ya que permitió aplicar un método sistemático para la toma de decisiones de localización en situaciones complejas abarcando al paradigma de la sustentabilidad.

## REFERENCIAS

Iglesias Piña, D., "Condiciones de la infraestructura y el equipamiento urbano de los parques industriales en México. Un análisis contemporáneo", (2012), disponible en: <http://www.uaemex.mx/feconomia/006c.pdf>, fecha de consulta: Mayo de 2013.

Tavella, M., Miropolsky, A. y González, G: "Los Parques Industriales como estrategia para el desarrollo sustentable en ciudades de la provincia de Córdoba". En: Francisco A. Delgadino; "Municipios y

*Servicios Públicos: Herramientas para el Desarrollo", Cap. 3, Editorial Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. (2008).*

Saaty, T., Vargas, L: "Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchi Process", 2nd ed. Springer, New York, USA. (2012).

Roche, H. y Vejo, C., "Métodos cuantitativos aplicados a la Administración", (2005), disponible en, <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>, fecha de consulta: Abril de 2014.

Toskano Hurtado, G., "El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores", Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas, Lima, Perú. (2005), disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano\\_hg/toskano\\_hg.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/toskano_hg.pdf), fecha de consulta: Marzo de 2014.

Tavella, M., Miropolsky, A., Manera, R., "Estudio Comparativo de Métodos Multicriterio para el análisis de la Localización Sustentable de Parques Industriales Regionales", Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales- Universidad Nacional de Córdoba. (Vol. 1, Nº 1), p. 41-48, (2014).

Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, Dirección de Estadísticas Socio-demográficas, "Censo provincial de población 2010", (2010).

Ley Nº 7.255 – Decreto Nº 5.283/85 – 1985 – Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba – Córdoba – Argentina.