

Localización óptima de una planta: aplicación del proceso analítico jerárquico (AHP)



Julio Alejandro Salas Bacalla
Rosa Karol Moore Torres
Oscar Rafael Tinoco Gómez
Pedro Pablo Rosales López
Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

© Julio Alejandro Salas Bacalla
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<https://orcid.org/0000-0003-2839-8383>

Pedro Pablo Rosales López
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<https://orcid.org/0000-0002-8115-6431>

Rosa Karol Moore Torres
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<https://orcid.org/0000-0002-7608-9377>

Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<https://orcid.org/0000-0002-0684-8542>

Oscar Rafael Tinoco Gómez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<https://orcid.org/0000-0002-7927-931X>

EDITADA POR:

© UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO (UNIDX) - FONDO EDITORIAL “EXPONENCIAL”

DIRECCIÓN: AV. BOLIVIA NRO. 626 (A 2 CDRAS DE AV. ALFONSO UGARTE) BREÑA, LIMA, LIMA, PERÚ.

ISNI: 0000 0004 6101 3964

<https://isni.org/isni/0000000461013964>

Name: Inter-American Development University
Universidad Interamericana para el Desarrollo

Location / Nationality: Peru Bolivar

Correo: fondoeditorial@unidx.edu.pe

Portal Web: <https://unidx.edu.pe>

Primera edición digital: Marzo del 2026

Libro digital disponible en: <https://fondoeditorial.unidx.edu.pe>

Hecho el depósito legal en La Biblioteca Nacional Del Perú N° 2026-02566

ISBN: 978-612-99120-9-7

DOI: <https://doi.org/10.56275/eecjxa86>

REVISIÓN POR PARES CIEGOS APROBADO POR EL CONSEJO EDITORIAL DEL FONDO EDITORIAL “EXPONENCIAL”.

LIBRO RESULTADO DE INVESTIGACIÓN Y CON REVISIÓN POR PARES CIEGOS. SELLO EDITORIAL: FONDO EDITORIAL (978-612-99120)

LIMA -PERÚ

2026

Julio Alejandro Salas Bacalla, Rosa Karol Moore Torres, Oscar Rafael Tinoco Gómez, Pedro Pablo Rosales López, Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri

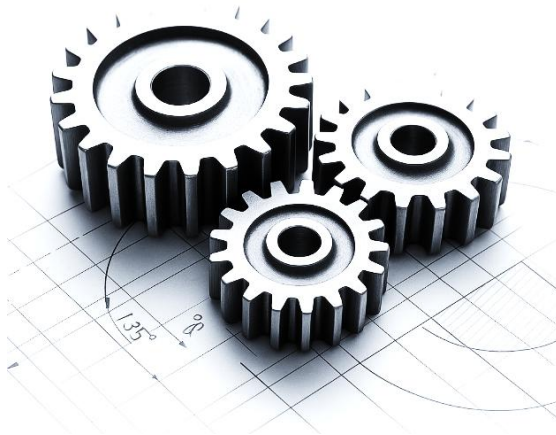
*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

CONTENIDO

CAPÍTULO I: RESUMEN Y ABSTRACT	4
CAPÍTULO II: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA	17
CAPÍTULO IV: PROCESO JERÁRQUICO	28
CAPÍTULO V: INNOVACIONES EN LA EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE PLANTAS	46
CAPÍTULO VI: MÉTODO AHP FRENTE A OTROS MÉTODOS DE DECISIONES	67
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	79
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	83
CAPÍTULO IX: REFLEXIONES FINALES	87
CAPÍTULO X: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

CAPÍTULO I

RESUMEN Y ABSTRACT



*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Resumen

El presente libro constituye el resultado de una investigación aplicada orientada a determinar la localización óptima de una planta industrial mediante la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP). La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo-comparativo, considerando variables económicas, técnicas y logísticas que influyen en la selección del emplazamiento más eficiente. El estudio integra los fundamentos teóricos de la localización industrial con un enfoque metodológico estructurado, que permite ponderar criterios múltiples y jerarquizar alternativas en función de su contribución a la competitividad y sostenibilidad empresarial.

La aplicación del método AHP permitió validar un modelo de decisión que combina el juicio experto con la objetividad numérica, ofreciendo una herramienta versátil para optimizar la ubicación de plantas productivas en distintos contextos industriales. Los resultados evidenciaron que la integración de criterios cualitativos y cuantitativos mejora la precisión del proceso decisional, reduciendo riesgos y fortaleciendo la planificación estratégica. Este libro, en consecuencia, aporta una propuesta

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

metodológica sólida y replicable, con utilidad tanto académica como profesional, para quienes buscan decisiones sustentadas en evidencia científica.

Palabras clave: localización industrial, método AHP, análisis multicriterio, investigación aplicada, toma de decisiones.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Abstract

This book presents the results of an applied research project aimed at determining the optimal location of an industrial plant through the Analytic Hierarchy Process (AHP). The study was conducted under a quantitative and descriptive–comparative approach, integrating economic, technical, and logistical variables that influence plant siting. It combines the theoretical foundations of industrial location with a structured methodological framework that enables the weighting of multiple criteria and the ranking of alternatives according to their contribution to competitiveness and sustainability.

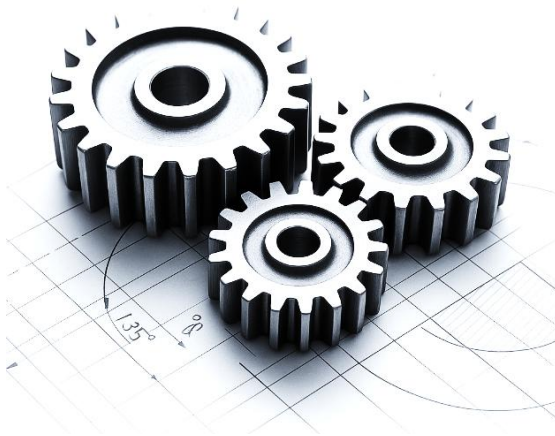
The application of the AHP method validated a decision-making model that blends expert judgment with numerical precision, offering a versatile tool for optimizing plant location in diverse industrial environments. Findings revealed that integrating qualitative and quantitative factors enhances decision accuracy, minimizes uncertainty, and strengthens strategic planning. Consequently, this book provides a robust and replicable methodological proposal, useful for academics and professionals seeking evidence-based decision-making tools.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Keywords: industrial location, AHP method, multicriteria analysis, applied research, decision-making.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN



Introducción

En los procesos industriales contemporáneos, la decisión sobre la localización de una planta representa uno de los factores más trascendentes en la planificación estratégica de cualquier organización. Determinar dónde situar una instalación productiva implica no solo identificar un espacio físico conveniente, sino también comprender la red compleja de variables que intervienen en los costos, la eficiencia logística, la sostenibilidad ambiental y la accesibilidad a los mercados. La historia económica muestra que una localización inadecuada puede comprometer seriamente la competitividad de una empresa, mientras que una elección acertada se traduce en rentabilidad sostenida y expansión proyectada en el tiempo.

Durante décadas, las metodologías tradicionales para seleccionar la ubicación de plantas se sustentaron en criterios intuitivos o en análisis parciales centrados en costos de transporte y disponibilidad de recursos. Sin embargo, la realidad industrial actual exige herramientas más rigurosas, capaces de integrar

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

información cualitativa y cuantitativa, considerando aspectos múltiples que interactúan de manera simultánea. En este contexto surge la pertinencia de aplicar el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), una metodología desarrollada por Thomas Saaty que permite estructurar problemas complejos de decisión mediante jerarquías, ponderaciones y comparaciones binarias entre criterios.

El presente libro constituye el resultado de una investigación aplicada que empleó el método AHP como soporte para determinar la localización óptima de una planta industrial. A diferencia de los enfoques tradicionales, el estudio no se limita a calcular costos o distancias, sino que incorpora la valoración experta de criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, combinando la objetividad matemática con el discernimiento humano. Esta dualidad —razón y experiencia— es precisamente la que otorga profundidad y validez al modelo propuesto, pues reconoce que las decisiones empresariales rara vez se apoyan en una sola dimensión.

El enfoque metodológico adoptado en esta investigación se orientó hacia un diseño descriptivo-comparativo con aplicación práctica, en el cual se analizan diversas alternativas de localización bajo condiciones controladas. La matriz jerárquica del

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

AHP permitió establecer la importancia relativa de cada criterio y determinar, mediante la síntesis de prioridades, la alternativa más conveniente. Este proceso no solo generó resultados numéricos consistentes, sino también una reflexión sobre la forma en que las empresas pueden racionalizar sus decisiones, reduciendo los márgenes de subjetividad.

Asimismo, la obra pretende trascender el ámbito académico para convertirse en un material de consulta útil a profesionales de ingeniería, administración, economía y logística. Cada capítulo ofrece un desarrollo progresivo que va desde los fundamentos teóricos hasta la aplicación práctica del método, de modo que el lector pueda recorrer el itinerario completo de la investigación: desde la formulación del problema hasta las conclusiones derivadas de la validación del modelo.

Más allá de su aporte técnico, este libro busca también generar conciencia sobre la relevancia del pensamiento estructurado en los procesos de decisión industrial. En tiempos donde la competencia global exige precisión y flexibilidad, la optimización de la localización de plantas se convierte en una estrategia de supervivencia. La investigación presentada demuestra que la combinación entre métodos analíticos y visión

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

estratégica puede transformar la forma en que las organizaciones conciben su expansión territorial y su estructura operativa.

En este marco, resulta pertinente destacar que la investigación se desarrolló bajo criterios de rigor científico, integrando revisión bibliográfica, modelamiento cuantitativo y análisis comparativo. Las etapas comprendieron la definición del problema, la identificación de criterios relevantes, la estructuración jerárquica del modelo, la elaboración de matrices de juicio y la evaluación de consistencia. Todo el proceso fue guiado por la búsqueda de un equilibrio entre la precisión matemática y la aplicabilidad real, de modo que los resultados pudieran ser replicados en distintos contextos productivos.

En suma, esta obra se presenta como una contribución a la gestión científica de la localización industrial, combinando reflexión teórica, desarrollo metodológico y aplicación empírica. Lo que se expone a continuación no constituye un tratado cerrado, sino un punto de partida para nuevas investigaciones que, a partir de este modelo, puedan incorporar innovaciones tecnológicas o sistemas de información geográfica que amplíen el horizonte de análisis

El Autor

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Objetivos

El propósito central de la investigación que dio origen a este libro fue determinar la localización óptima de una planta industrial mediante la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), integrando criterios económicos, técnicos, sociales y ambientales.

De este objetivo general se derivaron los siguientes propósitos específicos:

1. Analizar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de localización de plantas en el contexto industrial contemporáneo.
2. Aplicar el método AHP como herramienta de evaluación multicriterio para jerarquizar alternativas de localización basadas en variables cuantitativas y cualitativas.
3. Validar la consistencia del modelo propuesto, verificando la coherencia de los juicios emitidos y la robustez de las ponderaciones obtenidas.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

4. Comparar los resultados del AHP con otros métodos de decisión para determinar su efectividad y aplicabilidad en escenarios reales.
5. Proponer lineamientos de mejora para futuras investigaciones o implementaciones empresariales vinculadas a la selección de emplazamientos industriales.

Cada uno de estos objetivos se traduce, en el desarrollo del libro, en capítulos que articulan teoría, método, aplicación y reflexión final, manteniendo una narrativa continua y humanizada, fiel a la naturaleza del pensamiento científico.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Dedicatoria

*A quienes entienden que investigar es más que aplicar métodos:
es observar con paciencia, cuestionar con sentido y construir con
propósito.*

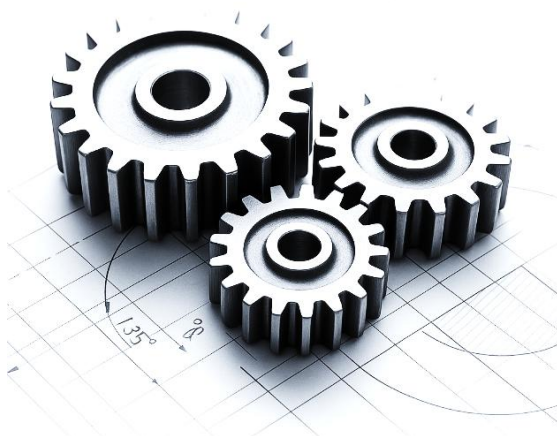
*A nuestras familias, por su apoyo constante y su comprensión en los
días de trabajo silencioso.*

*A los maestros, colegas y estudiantes que inspiran a seguir buscando
respuestas,
recordándonos que el conocimiento solo tiene valor cuando se
comparte.*

Los Autores

CAPÍTULO III

LOCALIZACIÓN DE PLANTA



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

La adecuada ubicación de la planta es tan importante para su éxito posterior, como lo es la elección del proceso mismo, y por lo tanto para lograr esto, se procurará naturalmente hacer el análisis tan amplio como sea posible y no se dejarán de incluir en él, los valores intangibles que se conozcan o perciban a través del estudio. El fin perseguido en cualquier problema sobre situación o ubicación de fábricas es la elección del lugar que permitirá reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el producto a los clientes con el costo total más bajo posible.

Se entiende por Localización de Planta, el lugar elegido por el empresario para situarla y desarrollar su capacidad productiva. El problema de la localización de planta, puede definirse como la determinación de aquel lugar que, considerados todos los factores, ocasionará el costo mínimo del producto a fabricar, con el objeto de mantener los máximos beneficios empresariales, proporcionando a su vez la máxima satisfacción posible a los clientes. (Hernández, 2009). Esta decisión se debe tomar siempre al comienzo de la vida de la empresa, en el momento de su creación. Sin embargo, hay otra serie de razones que pueden motivar la necesidad de una nueva localización de planta, entre

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

ellas podemos señalar las siguientes: Insuficiente capacidad productiva, cambios en los inputs, presión de la competencia, desplazamiento geográfico de la demanda, fusiones o adquisiciones de empresas.

Según Carro-Paz, & González-Gómez (2012), la localización de la empresa se define como el lugar elegido por el empresario para situar ésta. Esta es una decisión a largo plazo que comprometerá a la empresa durante un considerable periodo de su existencia. Además, es una decisión importante, ya que el éxito o fracaso de determinada actividad económica puede depender en gran medida del acierto o desacierto de la elección del lugar donde ésta se desarrolle. Una vez decidida la ubicación, el empresario no podrá rectificar sin asumir un coste importante, que supondrá pérdidas importantes (e incluso no soportables) por parte de la empresa.

Las decisiones de inversión y localización de plantas deben ser objeto de un profundo análisis, ya que de ella dependerá en buena parte el éxito de la estrategia global de la empresa. A la hora de decidir el lugar idóneo hay que destacar la importancia de los factores intangibles (no cuantificables y siempre subjetivos),

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

que en muchas ocasiones tienen el peso justo para desequilibrar la balanza hacia un lado u otro. La decisión final, debido a su importancia estratégica, corresponde a altos directivos de la compañía, que deben tener claro que la localización perfecta no existe.

Niveles De Decisión en la Localización

El proceso de selección de la localización de las instalaciones empresariales ha experimentado una creciente complejidad en los últimos años, impulsada principalmente por la globalización de los mercados, la cual ha ampliado notablemente el espectro de operaciones y variables a analizar. En consecuencia, la elección de la ubicación suele requerir una secuencia estructurada y jerárquica de decisiones. Este proceso estratégico comienza con la definición del país más adecuado, seguido por la selección de la región dentro de ese país. Posteriormente, se define la población (localidad o ciudad) más conveniente, para finalmente determinar la ubicación concreta del sitio dentro de esa localidad, asegurando que cada paso se base en un análisis exhaustivo de los factores relevantes.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El proceso de selección de la localización, según Díaz et al (2001), comienza con una decisión binaria estratégica: establecer la nueva instalación en el país de origen o en el extranjero. Tras definir la nación, el siguiente paso es determinar la región específica dentro del país, evaluando las ventajas y desventajas que ofrece cada una. Posteriormente, se selecciona la localidad o ciudad, considerando minuciosamente todos los factores locacionales que influyen en la decisión. Finalmente, se elige el terreno más adecuado dentro de esa ciudad, tomando en cuenta criterios específicos como el costo del suelo, la proximidad a las redes de transporte, la disponibilidad de suministros y el cumplimiento de la normativa local.

Factores Que Afectan A La Decisión De Localización

La elección de la localización de las instalaciones ha experimentado una notable complejidad, impulsada por la globalización del mercado, que exige analizar un número mucho mayor de variables en el proceso de toma de decisiones. De acuerdo con Heizer et al (2021), los factores determinantes de la localización se clasifican en dos grandes categorías esenciales para el análisis: los cuantitativos, que son fácilmente medibles y

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

monetizables (como costos y distancias), y los cualitativos, que resultan menos tangibles e implican una evaluación inherentemente más subjetiva (como el ambiente laboral o la actitud comunitaria). Esta distinción es fundamental para el proceso estratégico. Una buena decisión tiene la necesidad de integrar los factores locacionales ya sean cuantitativos como cualitativos con los distintos niveles de localización (Amorocho-Daza et al, 2019).

Tabla 1

Modelo Jerárquico para la toma de decisiones

Nivel 1: Decisiones sobre el país	Nivel 2: Decisiones sobre la región / Comunidad	Nivel 3: Decisiones sobre el lugar
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgos políticos: normativa gubernamental, actitudes, incentivos. - Aspectos culturales y económicos - Localización de mercados - Formación de la fuerza de trabajo; actitudes; productividad y costos - Disponibilidad de suministros 	<ul style="list-style-type: none"> - Deseos corporativos - Atractivo de la región (cultura, impuestos, clima, etc.) - Disponibilidad de la mano de obra; costos; actitud sindical - Costo y disponibilidad de servicios (electricidad, gas, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> Tamaño de los terrenos y costos Acceso a comunicaciones (aéreas, ferroviarias, autopistas, marítimas y fluviales) Restricciones urbanísticas de la zona Proximidad a los servicios y proveedores necesarios

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

(electricidad, gas, etc.), comunicaciones y energía - Tipos de cambio y riesgo cambiario	- Reglamentación medioambiental de la región / ciudad - Incentivos gubernamentales y políticas fiscales - Proximidad a materias primas y clientes - Costos del suelo y de edificación.	Aspectos de impacto ambiental
--	---	-------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Métodos De Localización de Planta

Como la ubicación ideal de una empresa depende de su producto y de a quién se dirige, es imposible tener un método único que siempre dé la mejor respuesta. Por esta razón, existen muchos métodos con diferentes formas de evaluar. Aun así, ningún método o modelo de localización puede asegurar que el lugar elegido sea el mejor, principalmente porque existen factores cualitativos, los cuales no se pueden medir sin generar algo de duda en la decisión final. A pesar de este problema, autores como Chinese et al, (2011) o Díaz et al, (2001) han presentado varios modelos que sí consiguen tomar en cuenta e incluir, en su proceso de análisis, tanto los factores de números (cuantitativos) como los de opinión (cualitativos), ofreciendo buenas herramientas para decidir.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Método Del Ranking De Factores

El método de factores permite evaluar de forma conjunta los criterios cuantitativos y cualitativos, utilizando una escala base de cien puntos. Para su aplicación, se elabora una lista de factores, ordenados según su importancia. Se seleccionan los diez más relevantes, y los cien puntos se distribuyen entre ellos, reflejando su peso relativo en la decisión. Cada factor principal se divide en subfactores, a los que también se les asigna una porción del puntaje, siguiendo el mismo criterio. Finalmente, se evalúan los subfactores en cada posible ubicación y se suman todos los puntajes. Se elige la localidad con la puntuación más alta. Si la diferencia entre las dos primeras opciones es mínima, se incorporan los diez factores siguientes para una reevaluación, buscando una diferencia de puntaje significativa que valide la elección.

Método De Calificación Del Factor Cualitativo

Este método exige que se asigne una ponderación relativa a todos los factores de localización relevantes, sean cuantitativos o cualitativos, de modo que el peso asignado refleje su importancia diferencial y el conjunto sume el total de la escala base,

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

típicamente cien puntos. Inicialmente, se establece un puntaje mínimo de referencia para cada criterio, representando el nivel de cumplimiento aceptable. En el proceso de evaluación, se califica cada factor de la localidad respecto a este mínimo. Posteriormente, las calificaciones obtenidas se multiplican por su ponderación correspondiente. Finalmente, se calcula el puntaje total ponderado para cada localidad candidata, siendo elegida la opción que alcance la mayor puntuación agregada como la ubicación más ventajosa.

Modelo Analítico Delphi

El Modelo Analítico Delphi es una estrategia clave para abordar la complejidad de la toma de decisiones en ubicaciones, pues integra factores tangibles e intangibles. Este método se estructura alrededor de tres equipos con roles específicos: un equipo coordinador, un equipo vaticinador y un equipo estratégico. Un consultor, interno o externo, asume el rol de coordinador para diseñar cuestionarios y guiar las consultas. Dicho equipo selecciona dos grupos dentro de la organización para participar: el grupo vaticinador, que pronostica tendencias sociales y físicas que impactarán a la empresa, y el grupo estratégico, que define

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

las metas y prioridades clave. Este último debe incluir a miembros de la alta gerencia y gerentes de todas las áreas funcionales para garantizar una perspectiva completa y estratégica en la elección de la localización (Chase et al, 2000).

Método De El Análisis Dimensional

El Método de Análisis Dimensional es una técnica que simplifica la elección de la localización mediante la eliminación sistemática de alternativas, evaluándolas de dos en dos. Inicialmente, deben definirse los factores de localización más relevantes, estableciendo si su unidad de medida será un costo o un puntaje (por ejemplo, en una escala del 1 al 10) para reflejar la posición relativa entre las opciones. Los factores se ordenan por prioridad. Para la toma de decisiones, si la evaluación es en términos de costos, un resultado mayor que uno favorece al denominador (localidad 'B'); si es menor, favorece al numerador (localidad 'A'). Por el contrario, si se evalúa en términos de beneficios, un resultado mayor que uno beneficia al numerador ('A'). Un resultado igual a uno indica indiferencia entre las dos localidades comparadas.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Método De Brown Y Gibson

El método de selección de localización se articula en cuatro etapas esenciales para una toma de decisiones completa. En primer lugar, se debe asignar un valor relativo a todos los factores objetivos para cada una de las localizaciones alternativas. Seguidamente, se procede a estimar el valor relativo de los factores subjetivos (intangibles) por separado. La tercera etapa es crucial: consiste en combinar ambos tipos de factores, los objetivos y los subjetivos, mediante la asignación de una ponderación relativa que refleje su importancia total, con el fin de obtener una medida unificada de preferencia para cada ubicación. El proceso culmina con la selección de la alternativa que presente la máxima medida de preferencia de localización, garantizando un enfoque sistemático.

CAPÍTULO IV

PROCESO JERÁRQUICO



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El Proceso Jerárquico Analítico (AHP), creado por Thomas L. Saaty en los años setenta, es un modelo que organiza la información de problemas complejos de decisión mediante una estructura jerárquica eficiente y se encuentra inserto dentro de los Métodos de decisión multicriterio (Denizhan y Özçelik, 2025; Taraszkiwicz, 2019), siendo también uno de los más usados (Khosravi & Izbirak, 2024; Yeh & Chen, 2018) La etapa inicial implica la formulación del problema, desglosándolo en sus componentes esenciales: la meta u objetivo general, los criterios y las alternativas. Tras construir esta jerarquía, que requiere consenso, el proceso pasa a la valoración de los elementos, donde el decisor emite juicios de valor mediante comparaciones binarias o "por parejas" (Gimenez-Escalante & Rahimifard, 2019). Esta tarea subjetiva permite evaluar la importancia relativa de un elemento frente a otro, facilitada por la escala de Saaty (del 1 al 9), que traduce preferencias verbales (ej. igual, moderada, o extremadamente preferida) en valores numéricos aplicables a factores tanto tangibles como no tangibles.

El resultado de estas comparaciones binarias es la Matriz de Comparaciones Pareadas, una matriz cuadrada recíproca que refleja la intensidad de las preferencias (Eskandari et al, 2022). Una vez establecidas, el proceso entra en la tercera etapa, la fase

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

de priorización y síntesis. El objetivo es calcular la prioridad de cada elemento, entendida como "rangos numéricos medidos en una escala de razón", esenciales para establecer escalas de influencia y determinar la importancia relativa. Saaty (1994) propuso el método del autovector principal por la derecha para obtener este vector de pesos relativos. La agregación de las prioridades globales produce la prioridad total de las alternativas, permitiendo sintetizar el problema y seleccionar la mejor opción (Banik et al, 2025). Además, el AHP valida la calidad de la decisión evaluando la consistencia de los juicios del decisor mediante la "Razón de Consistencia".

Base Matemática Del AHP

El AHP opera sobre pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad, guiándose por cuatro axiomas esenciales.

Axioma No. 1 referente a la condición de juicios recíprocos, la intensidad de preferencia de A_i/A_j es inversa a la preferencia de A_j/A_i . Es decir, si la localidad A es doblemente más importante que la localidad B, entonces la relevancia de la localidad B sea la mitad de la importancia de la localidad A.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Axioma No. 2 referente a la condición de homogeneidad, establece que los elementos a comparar deben tener el mismo orden de magnitud. Esto implica, necesariamente, que deben ser medidos bajo las mismas unidades.

Axioma No. 3 referente a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento, establece que los elementos comparados deben formar parte de una estructura jerárquica, facilitando la organización y relación de criterios y alternativas de manera dependiente y ordenada.

Axioma No. 4 referente a condición de expectativas de orden de rango, las expectativas deben reflejarse en la estructura mediante factores y localidades, ya que cuando una persona o un grupo evalúan varios puntos de localización. El objetivo principal es formular un juicio sobre la importancia relativa de cada una, es decir, determinar qué tan relevante es una en comparación con otra, procurando además que su evaluación final sea lo más objetiva posible.

Además de desarrollar una comparación relativa entre las localidades, también se puede asignar un peso a cada localidad (w_i) y de esta forma expresar la comparación como una fracción:

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

$\frac{w_i}{w_j}$.Es decir, de alguna forma se mide la importancia con una magnitud w_i . El resultado de las comparaciones relativas y comparaciones mediante pesos se puede expresar matricialmente de la siguiente manera:

Ecuación 1

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Ecuación 2

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Donde cada elemento matricial corresponde a las comparaciones entre 2 localidades iguales (en cuyo caso la relación será 1) o diferentes con respecto a un factor.

Tomemos la primera fila de la matriz de comparaciones construida con los pesos asignados a cada localidad:

Ecuación 3

$$A = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

Si a cada elemento del vector lo multiplicamos por $w_1, w_2, w_3,$ etc. obtenemos.

Ecuación 4

$$\frac{w_1}{w_1} x w_1 = w_1 \frac{w_1}{w_2} x w_2 = w_1 \frac{w_1}{w_3} x w_3 = w_1 \frac{w_1}{w_n} x w_n = w_1 \dots \dots \dots (1)$$

Pero esto es un caso ideal, ya que en la realidad el juicio elaborado sobre w_i no es el mismo para todas las localidades, de tal forma que al hacer la operación anterior no se obtendrían los mismos valores sino una serie de datos diferentes (algunos

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

cercanos a w_1 y otros más dispersos). Por lo tanto, un valor representativo de esta serie de datos se podría considerar como el promedio de dichos datos obteniendo la siguiente formulación:

Ecuación 5

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j}{n} \dots \dots \dots (2)$$

Se usa la notación a_{ij} pues es más sencillo hacer una comparación relativa que establecer una relación de pesos. Por lo general los valores w_j no se dan (ya que en realidad son los valores que se buscan) así que se utilizaran valores normalizados (es decir divididos entre la suma del total de valores) de tal manera que los resultados también estén normalizados.

Volviendo al caso ideal podemos expresar las operaciones realizadas por la ecuación (2) con una ecuación matricial de la siguiente forma:

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Ecuación 6

$$A \cdot w = n \cdot w'$$

Donde A es el vector de comparaciones w es el vector de pesos normalizado ($w_1/w_1+w_2+w_3$, $w_2/w_1+w_2+w_3$, $w_3/w_1+w_2+w_3$) y w' es el vector de prioridades buscado.

Despejando w':

Ecuación 7

$$w' = \frac{A \cdot w}{n}$$

Esta expresión se usa para calcular el vector de prioridades de cada factor.

Pero como los juicios de valor acerca de los pesos w_i no son iguales para todas las localidades entonces la ecuación cambia de la siguiente forma:

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Ecuación 7

$$A \cdot w = J_{max} \cdot w'$$

Mientras más se acerque J_{max} a “n” mejor será la conclusión a la que se llegue. Esto se analiza mediante un índice de consistencia el cual mide la desviación de J_{max} con respecto a “n” de la siguiente forma:

Ecuación 8

$$IC = \frac{J_{max} - n}{n - 1}$$

Al generar matrices estrictamente recíprocas como A de forma aleatoria y de diferente orden, y calcular las medias de sus IC se obtienen los valores de IR que son llamados índices aleatorios o índices randónimos. Estos valores han sido clasificados de acuerdo al orden de la matriz.

Con estos 2 valores se calcula la Razón de Consistencia dividiendo el Índice de Consistencia entre su respectivo Índice Aleatorio.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Si esta Razón de consistencia es menor a 0.10 se puede considerar que la matriz de juicios de valor fue hecha de forma coherente.

Ecuación 9

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Pasos para aplicar el AHP

Estructuración Del Modelo Jerárquico

En esta etapa se debe lograr descomponer el problema en sus partes relevantes. La jerarquía básica está compuesta por: Meta u Objetivo General (Mejor localidad), criterios (Factores locacionales) y alternativas (Localidades).

Para estructurar el modelo se deben seguir los siguientes pasos (Gimenez-Escalante et al., 2020; Coelho et al, 2019; Skoczko & Oszczapińska, 2019):

- Identificación del problema (ubicación geográfica de una planta).

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Definición del objetivo (seleccionar la mejor localidad).
- Identificación de Criterios (factores de localización).
- Identificación de alternativas (localidades a evaluar).

a) Identificación Del Problema

Es la situación de localización que se desea resolver mediante la elección de una de las alternativas de localidad planteadas o mediante la priorización de estas. Las localidades serán comparadas entre ellas siguiendo ciertos factores establecidos para identificar las ventajas y desventajas que presentan. Se debe favorecer la concertación a la hora de plantear el problema real del tema a tratar.

b) Definición Del Objetivo

La identificación del problema es una descripción de la realidad para una localización de planta, mientras que el objetivo es la proyección de una acción orientada a solucionar todos los problemas encontrados a la hora de describir la realidad.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

c) Identificación De Los Factores

A la hora de seleccionar una localidad existen una serie de factores que condicionan nuestra preferencia, estos factores son los factores locacionales que hay que considerar para estructurar el modelo. Los factores locacionales pueden ser cuantitativos, esto quiere decir que se puede dar una medida numérica del factor, y factores cualitativos los cuales no son fáciles de medir (Jang et al, 2023).

d) Identificación De Las Alternativas

Corresponden a las propuestas de localidades aceptables mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general.

e) Árbol De Jerarquías

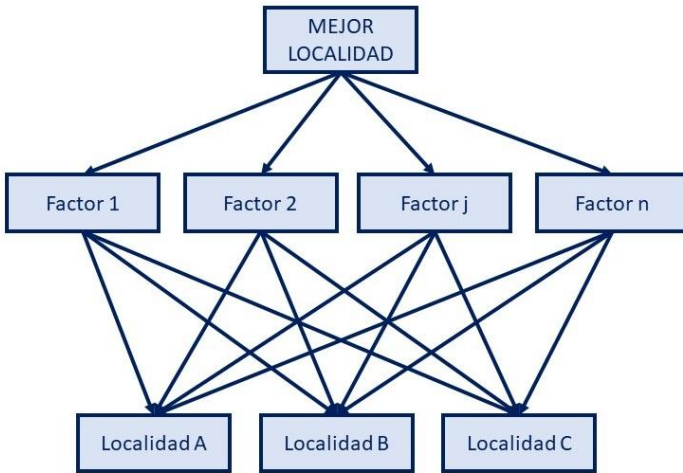
Consiste en elaborar una representación gráfica del problema en términos de la jerarquía básica. Esta grafica recibe el nombre de árbol de jerarquías e ilustra la jerarquía del problema de localización de una planta industrial. El modelo del Proceso Jerárquico analítico consiste en hacer que el decisor especifique

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

sus opiniones con respecto a la importancia relativa de cada uno de los factores en términos de su contribución al logro de la meta global. Cuando se construye la jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o viceversa

Ilustración 1

Estructura del Proceso Analítico Multicriterio



Fuente: Saaty (1994)

Evaluación Del Modelo

En la evaluación se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones de a pares. Las

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

comparaciones pareadas son bases fundamentales del Proceso Jerárquico Analítico, el PJA utiliza una escala subyacente con valores del 1 al 9 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos comparados. En la Tabla 2 se muestra una tabla resumen de la escala de preferencias.

Tabla 2

Escala de Preferencias

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: Saaty (1994)

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Establecimiento De Las Prioridades

Una vez realizadas las comparaciones en pares se procede a establecer una prioridad para cada localidad con respecto al factor dado. Esta prioridad representa el porcentaje de la decisión que tiene esa localidad tomando en cuenta el factor.

Análisis De Consistencia

Se debe calcular primero el índice de consistencia IC para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Se realiza una multiplicación vectorial entre la matriz original de comparaciones (sin normalizar) y el vector de prioridades
- Cada elemento del vector resultante se divide entre su prioridad correspondiente.
- Finalmente se obtiene un promedio de los elementos del nuevo vector. A este promedio se le conoce como J_{max} .

Luego se calcula el IC con la siguiente fórmula:

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Ilustración 2

Fórmula para determinar el Índice de Consistencia

$$IC = \frac{J_{max} - n}{n - 1}$$

Donde n es el número de alternativas.

El siguiente paso es calcular el índice Randónimo o aleatorio (IR o IA) usando la Tabla 3.

Tabla 3

Índice Aleatorio de Consistencia

Número de Elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio de consistencia (IA)	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,4	1,45	1,49

Fuente: Saaty (1994)

Julio Alejandro Salas Bacalla, Rosa Karol Moore Torres, Oscar Rafael Tinoco Gómez, Pedro Pablo Rosales López, Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Calculados estos 2 valores se halla la razón de consistencia (RC) dividiendo IC entre IR.

Ecuación 1

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Si $RC < 0.10$: juicio coherente

Resultado Final

Con las prioridades obtenidas para cada localidad con cada factor, y con las prioridades halladas al hacer comparaciones por pares entre los factores (asignándole un peso a cada factor) se calcula una prioridad global para cada localidad, de tal manera que la localidad que presente un mayor porcentaje de la decisión sea la seleccionada.

Análisis De Sensibilidad

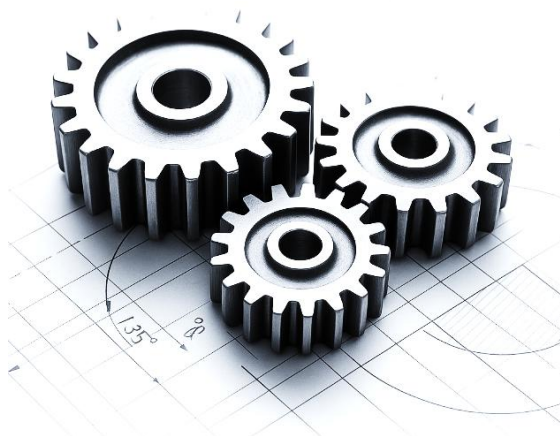
Este análisis permite analizar y visualizar la sensibilidad del resultado (ordenación de las localidades) respecto de posibles cambios en la importancia de los factores (supuestos). El análisis

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

de sensibilidad debe responder a la pregunta: ¿Qué pasa si...? Facilitando el análisis en aquellos procesos en los que es necesario volver a aplicar el PJA ya que se trata de procesos dinámicos que requieren ser revisados ya que su entorno se encuentra en constante cambio (Gomez-Romero et al, 2019).

CAPÍTULO V

INNOVACIONES EN LA EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE PLANTAS



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Tradicionalmente, la identificación y evaluación de posibles ubicaciones para plantas industriales ha contado con la ayuda de herramientas cartográficas, sistemas de información geográfica (GIS) y análisis espacial. Sin embargo, a medida que avanza la tecnología y la disponibilidad de datos digitales, surgen nuevas metodologías que permiten realizar evaluaciones de localización de manera efectiva sin necesidad de mapas o GIS, ofreciendo alternativas flexibles y eficientes en contextos donde estos recursos no están disponibles o no son prácticos.

Uso de GIS en la Evaluación de la Localización

Los sistemas de información geográfica (GIS) han sido herramientas fundamentales en la planeación territorial y en la selección de localizaciones. Permiten integrar datos espacialmente referenciados, realizar análisis de proximidad, accesibilidad, impacto ambiental y otros aspectos relevantes. La visualización de mapas y la manipulación de capas de información facilitan una toma de decisiones basada en datos geospaciales precisos (Robygd, et al, 2025; Quinteros & Morales, 2020).

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Limitaciones del Uso de GIS

No obstante, el uso de GIS requiere infraestructura tecnológica, datos geospaciales actualizados y conocimientos especializados. En muchos casos, los costos, la disponibilidad de datos o la infraestructura técnica limitada representan obstáculos para su uso. Además, en ciertos entornos o en etapas preliminares de evaluación, la dependencia de mapas puede retrasar el proceso de decisión o limitar su alcance.

Innovaciones en la Evaluación sin Mapas

Para superar dichas limitaciones, diversas metodologías y herramientas modernas han emergido, permitiendo evaluaciones detalladas sin necesidad de mapas o GIS, entre ellas:

- Análisis de Datos y Big Data El acceso a grandes volúmenes de datos digitales — como bases de datos de censos, servicios de comunicación, registros ambientales y socioeconómicos — permite realizar análisis multivariados y detectar patrones relevantes para la localización. Técnicas de minería de datos y análisis estadístico facilitan priorizar regiones o áreas potenciales con base en variables clave.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Modelos de Simulación y Escenarios El uso de simulaciones computacionales permite modelar diferentes escenarios de costos, logística, impacto ambiental, aceptación social y otros factores relevantes. Herramientas de simulación como análisis de sensibilidad, modelos de flujo y optimización permiten evaluar de forma dinámica distintas configuraciones de localización sin mapas visuales, sino mediante parámetros numéricos y algoritmos que identifican las opciones más viables.
- Inteligencia Artificial y Machine Learning Las técnicas de inteligencia artificial, como redes neuronales o algoritmos genéticos, facilitan la predicción y clasificación de áreas potenciales mediante entrenamiento con datos históricos y variables específicas del contexto. Esto es especialmente útil para evaluar factores cualitativos como aceptación social, riesgo ambiental, o tendencias de mercado, que no se aprecian fácilmente en mapas.
- Análisis Multicriterio con Software Digital El proceso jerárquico analítico (AHP) puede potenciarse mediante plataformas digitales que integran datos y modelos sin la necesidad de mapas. Software especializado, como el Expert Choice (Decision Lens, Inc., 2023) o herramientas

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

personalizadas, permite realizar evaluaciones de criterios, análisis de sensibilidad y comparación de alternativas en un entorno digital, generando resultados confiables y visualizaciones fáciles de entender (Tavella et al, 2016; Salas et al, 2014; Aldaba, 2012).

Existen ventajas de las herramientas modernas sin mapas, como la mayor flexibilidad y agilidad en etapas preliminares de evaluación, así como los menores costos y menor dependencia de infraestructura geoespacial (Jajac et al, 2019). También la capacidad de integrar datos en tiempo real y fuentes diversas, y por último la mayor facilidad para incorporar criterios cuantitativos y cualitativos en un análisis multiplataforma.

A continuación, se presentarán algunos casos del uso del AHP con el uso del software Expert Choice (Salas, 2021):

Caso 1: Localización De Una Planta De Equipo De Deporte Marino. El litoral peruano, con playas de reconocimiento mundial como Los Órganos y Puerto Chicama, se ha consolidado como el escenario ideal para la práctica del surf a nivel internacional. Este interés por el deporte ha generado una creciente demanda de tablas y artículos derivados que ha rebasado la capacidad de

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

producción de los pequeños fabricantes artesanales locales, limitando su potencial de expansión en el mercado internacional. Ante el inminente y sostenido crecimiento de esta industria, y reconociendo la necesidad de superar los métodos de producción tradicionales, se propone la aplicación de la ingeniería industrial. El objetivo es realizar un análisis riguroso de macro y micro localización que permita determinar, de forma estratégica y óptima, la ubicación más adecuada para establecer una nueva planta de producción.

Tabla 4

Tabla de asignación de criterios

Modelo	Priorización De Localidades / Puntaje						Consistencia	Sensibilidad
Ranking de Factores	Piura	86	Trujillo	84	Lima	83	No presenta	No presenta
Análisis dimensional	Lima		Trujillo		Piura		No presenta	No presenta
Calificación Factor Cualitativo	Lima	70.97	Trujillo	66.88	Piura	63.62	No presenta	No presenta
Brown y Gibson	Lima	0.37495	Trujillo	0.345495	Piura	0.27957	No presenta	No presenta
Proceso Jerárquico Anal.	Lima	0.503	Trujillo	0.324	Piura	0.173	Si presenta	Si presenta

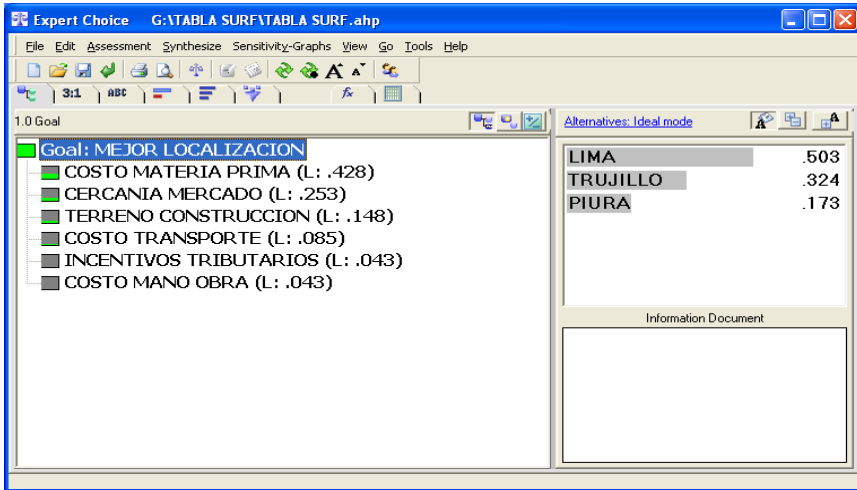
Uso del Expert Choice:

Julio Alejandro Salas Bacalla, Rosa Karol Moore Torres, Oscar Rafael Tinoco Gómez, Pedro Pablo Rosales López, Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Ilustración 3

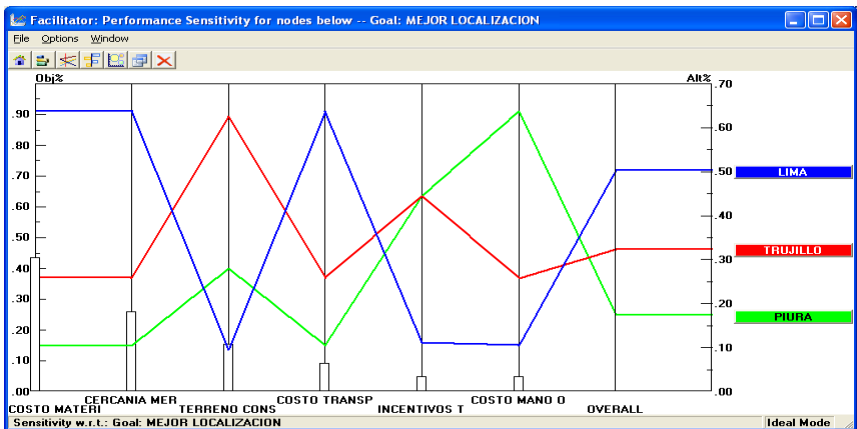
Priorización de Localidades final



Selección: Lima

Ilustración 4

Análisis de Sensibilidad



*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Caso 2: Localización De Un Almacén Central Para Una Empresa Minera. Debido a la conflictividad ambiental en la actividad minera, Minera S.A. evalúa instalar un almacén central para sus productos finales en una de tres ubicaciones: La Oroya, Morococha o Callao. La empresa cuenta con tres minas —Cerro de Pasco, Cobriza y Morococha— que extraen minerales como cobre, plomo y zinc, enviando los concentrados a fundiciones en La Oroya o pequeñas de Lima. La mayoría de la producción, el 85%, se destina a exportación, con ventas gestionadas en Lima y embarques en el puerto del Callao tras controles. Los costos de terreno varían, siendo \$80/m² en Morococha, \$120 en La Oroya y \$450 en Callao. La operación en provincias implica costos adicionales por riesgos y beneficios familiares, y la selección del sitio se basa en factores ponderados previamente, buscando optimizar beneficios y minimizar riesgos.

Tabla 5

Tabla de asignación de criterios

Modelo	Priorización De Localidades / Puntaje						Consistencia	Sensibilidad
Ranking de Factores	Callao	79	Morococha	72	La Oroya	63	No presenta	No presenta

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

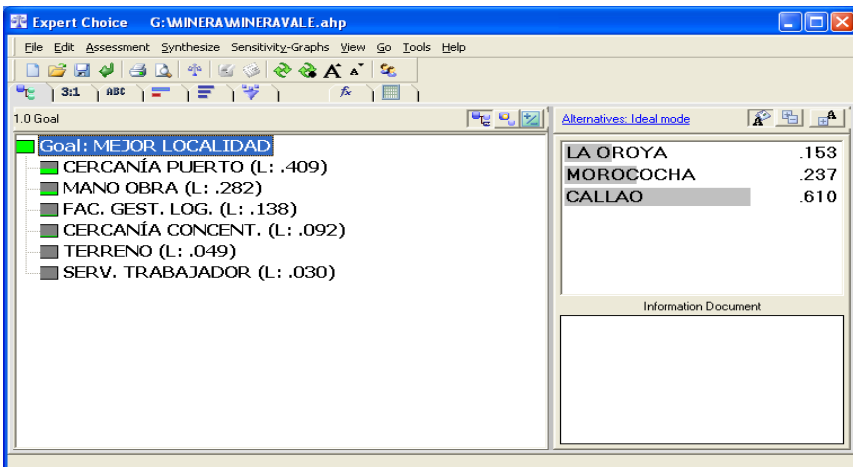
Análisis dimensional	Callao		Morococha		La Oroya		No presenta	No presenta
Calificación Factor Cualitativo	Callao	71.22	Morococha	53.91	La Oroya	51.9	No presenta	No presenta
Brown y Gibson	Morococha	0.4044	Callao	0.3259	La Oroya	0.9627	No presenta	No presenta
Proceso Jerárquico Anal.	Callao	0.61	Morococha	0.237	La Oroya	0.153	Si presenta	Si presenta

Fuente: Elaboración propia.

Uso del Expert Choice:

Ilustración 5

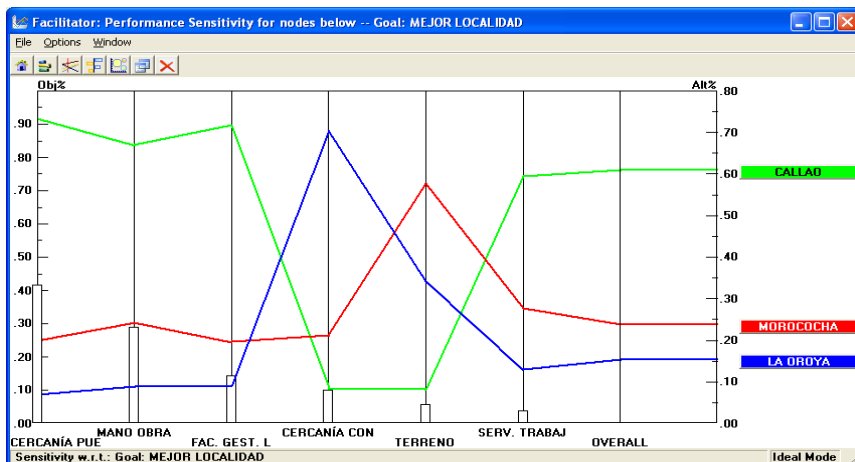
Priorización de Localidades final



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Ilustración 6

Análisis de Sensibilidad



Caso 3: Localización De Una Planta De Escritorios De Madera

Escritorios S.A.C., una empresa con más de diez años de trayectoria en la fabricación de escritorios de madera, opera actualmente desde su planta de producción en Lima-Cercado. Sin embargo, en un esfuerzo por optimizar sus operaciones y expansión, la gerencia está evaluando la posibilidad de relocalizar sus instalaciones. Para facilitar esta decisión crítica, se ha compilado información anual detallada referente a la inversión, costos operativos y beneficios esperados en cuatro localidades candidatas. Estos datos son cruciales para el análisis comparativo, buscando determinar cuál de las cuatro opciones (detalladas en la Tabla 5) ofrece el entorno estratégico más

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

ventajoso para asegurar el crecimiento y la eficiencia futura de la compañía.

Tabla 6

Tabla de asignación de criterios

Modelo	Priorización De Localidades / Puntaje								Consistencia	Sensibilidad
	S.J. Lurigancho	80	V. El Salvador	79	Ate Vitarte	65	Lima Cercado	62		
Ranking de Factores	S.J. Lurigancho	80	V. El Salvador	79	Ate Vitarte	65	Lima Cercado	62	No presenta	No presenta
Análisis dimensional	S.J. Lurigancho		V. El Salvador		Lima Cercado		Ate Vitarte		No presenta	No presenta
Calificación Factor Cualitativo	S.J. Lurigancho	63.8	V. El Salvador	55.85	Lima Cercado	48.1	Ate Vitarte	45.11	No presenta	No presenta
Brown y Gibson	V. El Salvador	0.3038	Lima Cercado	0.291	S.J. Lurigancho	0.2482	Ate Vitarte	0.1788	No presenta	No presenta
Proceso Jerárquico Anal.	S.J. Lurigancho	0.395	Lima Cercado	0.309	V. El Salvador	0.173	Ate Vitarte	0.122	Si presenta	Si presenta

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Uso del Expert Choice:

Ilustración 7

Priorización de Localidades final

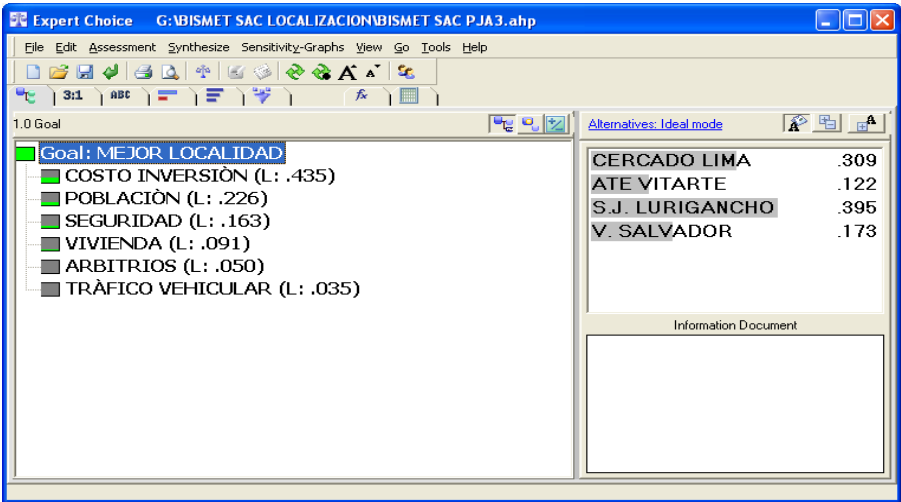
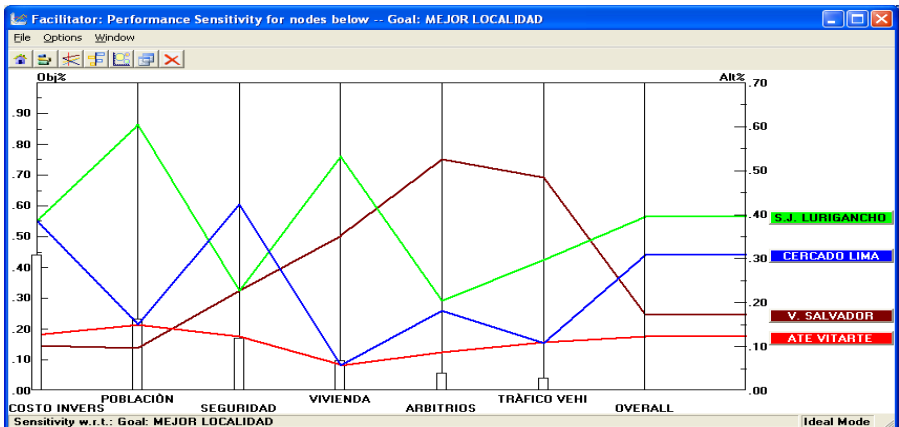


Ilustración 8

Análisis de Sensibilidad



Julio Alejandro Salas Bacalla, Rosa Karol Moore Torres, Oscar Rafael Tinoco Gómez, Pedro Pablo Rosales López, Jorge Nicolás Alejandro Papanicolau Denegri

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Caso 4: Localización De Una Planta Textil. La empresa TEXTIL EIRL. ha decidido expandir sus operaciones con la instalación de una nueva planta productora, la cual se especializará en el diseño y la elaboración de tela de tejido de punto, con un enfoque particular en el algodón orgánico. Para el inicio de estas actividades, la empresa requiere seleccionar la ubicación estratégica más ventajosa dentro del territorio nacional. Actualmente, se están evaluando tres ciudades candidatas: Trujillo, Lima y Arequipa. Para garantizar una decisión óptima y rigurosa, la evaluación se basará en el análisis comparativo de cinco factores locacionales previamente establecidos, que consideran aspectos críticos para la producción textil y la cadena de suministro del algodón orgánico.

Tabla 7

Tabla de asignación de criterios

Modelo	Priorización De Localidades / Puntaje						Consistencia	Sensibilidad
Ranking de Factores	Trujillo	90	Lima	85	Arequipa	78	No presenta	No presenta

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Análisis dimensional	Trujillo		Lima		Arequipa		No presenta	No presenta
Calificación Factor Cualitativo	Trujillo	61.81	Lima	57.95	Arequipa	51.14	No presenta	No presenta
Brown y Gibson	Trujillo	0.36917	Lima	0.35589	Arequipa	0.27494	No presenta	No presenta
Proceso Jerárquico Analítico	Trujillo	0.432	Lima	0.323	Arequipa	0.245	Si presenta	Si presenta

Uso del Expert Choice:

Ilustración 9

Priorización de Localidades final

- Goal: EMP. TEXTIL
 - MAT. PRIMA (L: ,428)
 - MANO OBRA (L: ,253)
 - TRANSPORTE (L: ,148)
 - CLIMA (L: ,085)
 - VIVIENDA (L: ,043)
 - EDUCACIÓN (L: ,043)

Alternatives

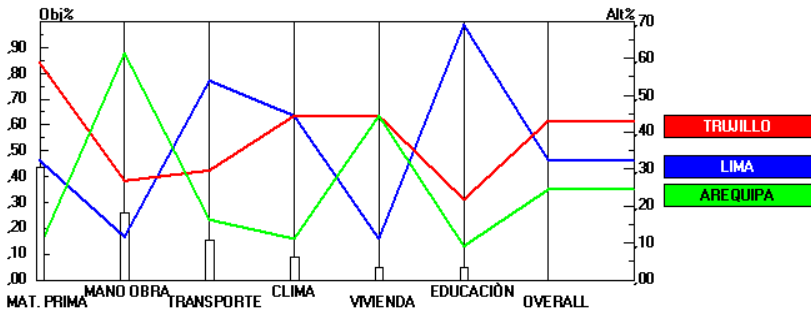
LIMA	.323
TRUJILLO	.432
AREQUIPA	.245

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Ilustración 10

Análisis de Sensibilidad

Performance Sensitivity for nodes below: Goal: EMP. TEXTIL



Caso 5: Localización De Una Planta De Derivados Químicos

Una subsidiaria de una de las principales empresas químicas de Asia, requiere seleccionar la ubicación estratégica para establecer su planta principal en Lima. Esta decisión es fundamental para asegurar el éxito y la eficiencia operativa de la empresa en el mercado local. El proceso de localización se enfoca en evaluar y comparar tres distritos clave de la capital peruana que ofrecen viabilidad industrial: El Agustino, San Juan de Lurigancho y Chorrillos. Para llevar a cabo un análisis riguroso, la empresa ha definido y está utilizando cuatro factores de localización esenciales que cubren aspectos logísticos, de costo y ambientales. El propósito es determinar cuál de estas alternativas ofrece el entorno más ventajoso para el crecimiento de la

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

compañía, basándose en la ponderación precisa de los criterios establecidos.

Tabla 8

Tabla de asignación de criterios

Modelo	Priorización De Localidades / Puntaje								Consistencia	Sensibilidad
Ranking de Factores	S.J. Lurignacho	80	V. El Salvador	79	Ate Vitarte	65	Lima Cercado	62	No presenta	No presenta
Análisis dimensional	S.J. Lurignacho		V. El Salvador		Lima Cercado		Ate Vitarte		No presenta	No presenta
Calificación Factor Cualitativo	S.J. Lurignacho	63.8	V. El Salvador	55.85	Lima Cercado	48.1	Ate Vitarte	45.11	No presenta	No presenta
Brown y Gibson	V. El Salvador	0.3038	Lima Cercado	0.291	S.J. Lurignacho	0.2482	Ate Vitarte	0.1788	No presenta	No presenta
Proceso Jerárquico	S.J. Lurignacho	0.395	Lima Cercado	0.309	V. El Salvador	0.173	Ate Vitarte	0.122	Si presenta	Si presenta

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

ico									
Anal.									

Uso del Expert Choice

Ilustración 11

Priorización de Localidades final

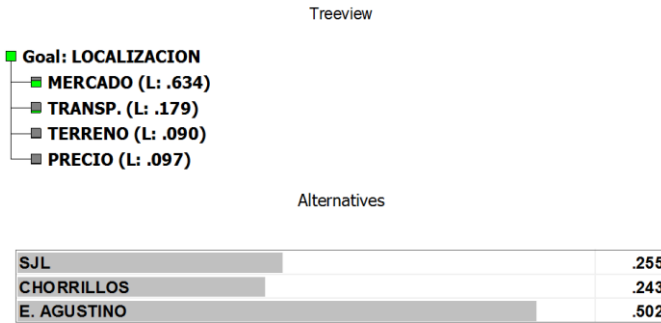
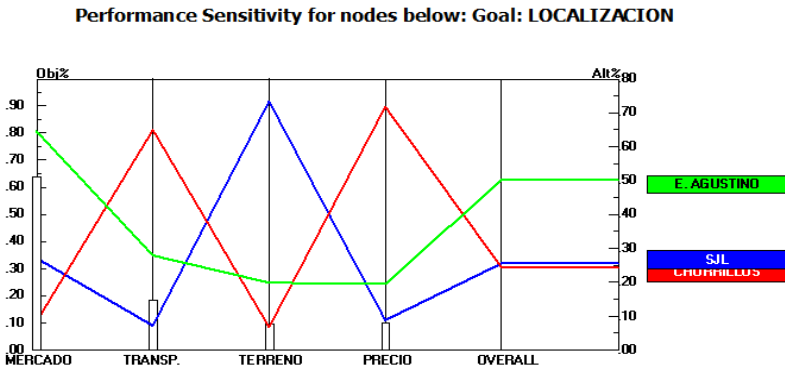


Ilustración 12

Análisis de Sensibilidad



*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Casos propuestos

A continuación, se presentan cinco casos de localización para diversos proyectos industriales y comerciales. Cada uno considera criterios específicos y relevantes para la toma de decisiones, permitiendo aplicar el método AHP y otras herramientas analíticas para determinar la opción más adecuada según las características y necesidades de cada iniciativa.

Caso 1: Localización de un centro de distribución de productos electrónicos

La empresa quiere establecer un centro de distribución en una ciudad que permita optimizar la logística en la región norte del país.

Criterios propuestos:

- Acceso a vías principales y transporte ferroviario
- Nivel de infraestructura logística y aduanera
- Costos de alquiler y operación
- Cercanía a zonas de alto consumo y principales fabricantes

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Seguridad y niveles de delincuencia

Caso 2: Instalación de una planta de producción de alimentos orgánicos

Una compañía agrícola desea construir una planta para procesar y envasar productos orgánicos en una región con potencial agrícola y bajo impacto ambiental.

Criterios propuestos:

- Disponibilidad de materia prima agrícola cercana
- Calidad y disponibilidad de agua y energía
- Impacto ambiental y sostenibilidad del sitio
- Cercanía a mercados de distribución y centros de consumo
- Costos de tierra y permisos regulatorios

Caso 3: Establecimiento de un hotel ecológico en una zona turística emergente

Una cadena hotelera busca ubicar un nuevo hotel ecológico en una zona con potencial turístico creciente.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Criterios propuestos:

- Proximidad a atractivos turísticos naturales o culturales
- Nivel de infraestructura turística existente
- Accesibilidad vial y transporte público
- Impacto ambiental y compatibilidad con la naturaleza
- Costos y disponibilidad de terrenos

Caso 4: Instalación de un centro de investigación y desarrollo en energías renovables

Una universidad junto con inversores privados quiere establecer un centro de innovación en energías renovables en una región con potencial en recursos solares o eólicos.

Criterios propuestos:

- Potencial de recursos naturales (solar, eólico)
- Accesibilidad a instituciones académicas y de investigación
- Infraestructura tecnológica y de comunicaciones
- Costos de adquisición de terreno y permisos
- Apoyo gubernamental y políticas de innovación

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Caso 5: Localización de una planta de reciclaje de residuos electrónicos

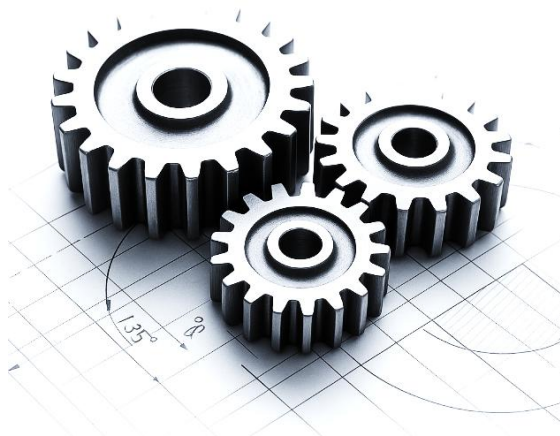
Una empresa especializada en reciclaje busca la mejor localidad para instalar una planta de recuperación de residuos electrónicos, minimizando impactos sociales y ambientales.

Criterios propuestos:

- Cercanía a centros urbanos y puntos de recolección de residuos electrónicos
- Nivel de legislación ambiental y permisos necesarios
- Disponibilidad de servicios públicos (agua, electricidad)
- Impacto y aceptación sociales en la comunidad
- Capacidad de transporte y accesibilidad a vías principales

CAPÍTULO VI

MÉTODO AHP FRENTE A OTROS MÉTODOS DE DECISIONES



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se ha consolidado como una de las metodologías más relevantes en la toma de decisiones multicriterio, destacándose frente a otros métodos tradicionales. Su principal ventaja radica en su capacidad para estructurar decisiones complejas mediante la descomposición en jerarquías, permitiendo evaluar de manera sistemática y coherente los diferentes factores implicados. A diferencia de métodos cuantitativos puros, como el análisis estadístico o modelos matemáticos lineales, el AHP integra criterios cualitativos y cuantitativos, facilitando la incorporación de juicios de expertos y preferencias subjetivas. Además, su enfoque en comparaciones por pares y en la generación de prioridades hacen que sea intuitivo y fácil de aplicar, incluso en situaciones con alta incertidumbre o información incompleta. Por todas estas razones, el AHP ha demostrado ser una herramienta poderosa y versátil en procesos de selección, evaluación y priorización en diversos ámbitos, desde la ingeniería hasta la gestión empresarial.

Para hacer el comparativo sobre la diferencia entre los distintos métodos de elección de localización de planta se recurrió al caso 1 relacionado a las Tablas de deporte marino.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Método Del Ranking De Factores

Tabla 9

Ranking De Factores – Tablas De Deporte Marino

Nº	Factores	Punt.	Localidades		
			Lima	Trujillo	Piura
01	Costo de Materia Prima	18	18	15	13
02	Cercanía al mercado	15	15	13	10
03	Terreno y Construcción	13	11	13	12
04	Costo de Transporte	12	12	8	9
05	Incentivos Tributarios	10	6	10	10
06	Costo de Mano de Obra	10	8	9	10
07	Energía Eléctrica	7	5	4	7
08	Agua	7	5	6	7
09	Eliminación de residuos	4	2	3	4
10	Clima	4	1	3	4
Total		100	83	84	86

Selección: Piura

Fuente: Elaboración propia.

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

Método De El Análisis Dimensional

Tabla 10

Análisis Dimensional

N o	Factores	Caract .	Pond .	Lima	Trujillo	Piura
1	Materia Prima	Costo	5	S/416,51 3	S/499,81 6	S/583,11 8
2	Cercanía Mercado	Puntaj e	4	4	6	7
3	Terreno y Construcción -	Costo	4	\$120,260	\$113,900	\$114,000
4	Transporte	Costo	3	S/28,000	S/40,500	S/34,000
5	Incentivos Tribut.	Puntaj e	2	5	3	3
6	Mano de Obra	Costo	2	S/219,82 1	S/204,56 7	S/177,73 7

Fuente: Elaboración propia.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

$$\prod \left[\frac{S_{LJ}}{S_{TJ}} \right]^{P_J}$$

$$= \left[\frac{416,513}{499,816} \right]^5 \left[\frac{4}{6} \right]^4 \left[\frac{120,260}{113,900} \right]^4 \left[\frac{28,000}{40,500} \right]^3 \left[\frac{5}{3} \right]^2 \left[\frac{219,821}{204,567} \right]^2$$

$$= 0.1046$$

$$\prod \left[\frac{S_{LJ}}{S_{PJ}} \right]^{P_J}$$

$$= \left[\frac{416,513}{583,118} \right]^5 \left[\frac{4}{7} \right]^4 \left[\frac{120,260}{114,000} \right]^4 \left[\frac{28,000}{34,000} \right]^3 \left[\frac{5}{3} \right]^2 \left[\frac{219,821}{177,737} \right]^2$$

$$= 0.0583$$

Selección: Lima

Método De Calificación Del Factor Cualitativo

Tabla 11

Calificación Del Factor Cualitativo Tabla De Deporte Marino

Nº	Factores	Pon d.	Puntaje Mínimo	Localidades					
				Lima		Trujillo		Piura	
				P. unit	P. Pond	P. unit	P. Pond	P. unit	P. Pond
01	Costo de Materia Prima	0.23	65	90	20.70	75	17.25	64	14.72

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

02	Cercanía al Mercado	0.19	55	82	15.58	72	13.68	55	10.45
03	Terreno y Construcción	0.17	60	66	11.22	70	11.90	69	11.73
04	Costo Transporte	0.15	50	75	11.25	52	7.80	62	9.30
05	Incentivos Tributarios	0.13	40	40	5.20	67	8.71	67	8.71
06	Costo de mano de Obra	0.13	40	54	7.02	58	7.54	67	8.71
	Total	1.00			70.97		66.88		63.62

Selección: Lima

Fuente: Elaboración propia.

Método De Brown Y Gibson

Tabla 12

Cálculo del Factor Objetivo

Localidad	Costos Anuales (Miles De Soles)				Total	Inversas
	Mater. Prima	Terreno Y Const.	Trans.	Mano Obra		
Lima	416,513	402,871	28,000	219,821	1 067,205	0.00000937
Trujillo	499,816	381,565	40,500	204,567	1 126,448	0.00000888
Piura	583,118	381,900	34,000	177,737	1 176,755	0.00000850
Total						0.00002675

Fuente: Elaboración propia.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

$$FO_L = \frac{\frac{1}{C_L}}{\sum \frac{1}{C_i}} = \frac{0.00000937}{0.00002675} = 0.35028$$

$$FO_T = \frac{\frac{1}{C_T}}{\sum \frac{1}{C_i}} = \frac{0.00000888}{0.00002675} = 0.33196$$

$$FO_P = \frac{\frac{1}{C_P}}{\sum \frac{1}{C_i}} = \frac{0.00000850}{0.00002675} = 0.31776$$

Tabla 13

Cálculo del Factor Subjetivo – Índice de Importancia Relativa

Factor J	Comparaciones			Suma Prefer.	Índice De Importancia Relativa Wj
	1	2	3		
Cercanía Mercado	1	1		2	0.67
Incent. Tributario	0		1	1	0.33
Eliminac. Residuos		0	0	0	0.00
Total				3	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Ordenación Jerárquica

Local	Cerc. Mercado			Incent. Tribut.			Elimin. Residuos		
	Compa.		Ri1	Compa.		Ri2	Compa.		Ri3
.									

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

	1	2	3	Sum a Pref.		1	2	3	Sum a Pref.		1	2	3	Sum a Pref.	
Lima	1	1		2	0.6 7	0	0		0	0.0 0	0	0		0	0.0 0
Truj.	0		1	1	0.3 3	1		1	2	0.5 0	1		0	1	0.3 3
Piura		0	0	0	0.0 0		1	1	2	0.5 0		1	1	2	0.6 7
				3	1.0 0				4	1.0 0				3	1.0 0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Resumen

Factor J	Ordenación Jerárquica Rij			Índice De Importancia Relativa Wj
	Lima	Trujillo	Piura	
Cercanía Mercado	0.67	0.33	0.00	0.67
Incentivo Tributarios	0.00	0.50	0.50	0.33
Eliminación Residuos	0.00	0.33	0.67	0.00

Cálculo De Los Factores Subjetivos

$$FSL = (0.67)(0.67) + (0.00)(0.33) + (0.00)(0.00) = 0.4489$$

$$FST = (0.33)(0.67) + (0.50)(0.33) + (0.33)(0.00) = 0.3861$$

$$FSP = (0.00)(0.67) + (0.50)(0.33) + (0.67)(0.00) = 0.1650$$

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Cálculo De La Medida De Preferencia De Localización

$$MP_i = K(FO_i) + (1-K)(FS_i)$$

$$MPL (LIMA) = (0.75)(\mathbf{0.35028}) + (0.25)(0.4489) = \mathbf{0.374935}$$

$$MPL (TRUJILLO) = (0.75)(\mathbf{0.33196}) + (0.25)(0.3861) = \mathbf{0.345495}$$

$$MPL (PIURA) = (0.75)(\mathbf{0.31776}) + (0.25)(0.1650) = \mathbf{0.279570}$$

Selección: Lima

Para hacer un comparativo entre los distintos métodos, se plantea que existe una diferencia significativa entre los métodos de decisión multicriterio para localizar una fábrica de tablas de surf. La verificación de esta hipótesis se realiza mediante un análisis de varianza y la distribución F de Fisher, utilizando el nivel de confianza del 95%. Cuando el valor p obtenido mediante SPSS es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que los métodos de decisión efectivamente difieren en su capacidad para determinar la localización óptima de la planta. Este análisis robustece la comparación entre las diferentes técnicas aplicadas en el caso de estudio.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Se verificó la normalidad de los datos del caso 1 y para ello se registró las puntuaciones de los modelos de localización Para evaluar la posibilidad de aplicar la prueba paramétrica Anova, es necesario verificar la normalidad de dichos datos. Con las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: la variable presenta distribución normal

H1: la variable no presenta distribución normal

Con el programa SPSS se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose el valor de 0.735, con gl 12, y un nivel de significancia del 0.002. Los resultados confirmaron la hipótesis de investigación, es decir los datos presentaron una distribución no normal. Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Como Hipótesis de investigación se enunció:

Ho: los métodos presentan iguales niveles de decisión respecto a la localización de planta.

H1: los métodos presentan diferentes niveles de decisión respecto a la localización de planta.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Tabla 16

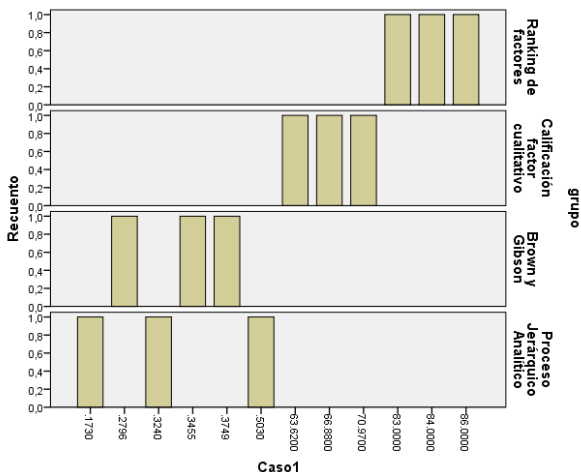
Estadísticos de prueba Kruskal-Wallis

	Caso Tablas de Surf
Chi-cuadrado	7,200
gl	2
Sig. asintótica	,027
a. Prueba de Kruskal Wallis	

El valor de contraste, p, es igual a 0.027, con el cual, a un nivel de confianza del 95%, se rechaza Ho. Se afirma que las diferencias observadas son significativas.

Ilustración 13

Comparación de medias de los modelos aplicados

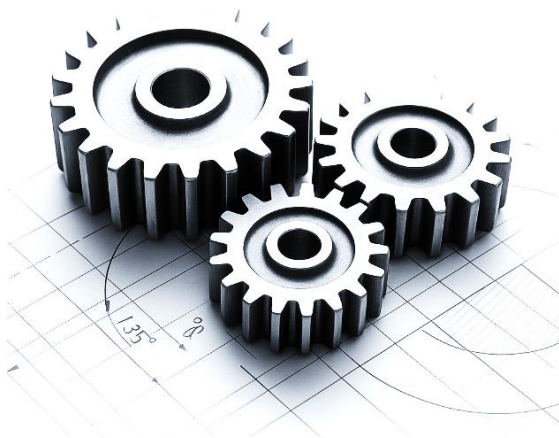


LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

Se evidencia (Ilustración 13) que los métodos de ranking de factores y de calificación de factores cualitativos presentan un comportamiento similar en sus resultados. Por otro lado, el método de Brown y Gibson muestra resultados cuantitativos que son compatibles con los del Proceso Jerárquico Analítico, especialmente en relación con sus promedios. Este comportamiento indica que, a pesar de las diferencias en enfoque, ambos métodos pueden ofrecer resultados comparables en la evaluación de factores relevantes para la localización. La similitud en los promedios refuerza la validez de estos métodos para una comparación objetiva y confiable en estudios de localización de plantas

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

PRIMERA: La investigación confirmó que la localización de planta constituye una decisión estratégica de alta complejidad, donde convergen factores económicos, técnicos, logísticos y ambientales. La elección de un emplazamiento adecuado no depende de una sola variable, sino del equilibrio entre múltiples dimensiones que determinan la sostenibilidad y la rentabilidad de la empresa.

SEGUNDA: El uso del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) permitió organizar y jerarquizar los criterios involucrados, ofreciendo una herramienta objetiva y flexible para la toma de decisiones. Su aplicación demostró que el método integra de forma coherente la evaluación cuantitativa con el juicio experto, reduciendo la subjetividad y fortaleciendo la validez de los resultados.

TERCERA: Los resultados obtenidos mostraron que los factores de mayor peso en la localización de una planta industrial están vinculados a la

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

infraestructura logística, la cercanía a los mercados de destino y la disponibilidad de recursos. No obstante, la ponderación de estos factores varía según la naturaleza del producto, el tamaño de la planta y las condiciones del entorno.

CUARTA: El estudio evidenció que la localización óptima no siempre coincide con la alternativa de menor costo inicial. En muchos casos, los emplazamientos con mayor inversión ofrecen beneficios sostenibles en productividad, accesibilidad y estabilidad operativa, lo que reafirma la necesidad de analizar las decisiones desde un enfoque estratégico de largo plazo.

QUINTA: La investigación permitió validar la efectividad del AHP como modelo de apoyo para la gestión industrial. Su estructura jerárquica y su capacidad de síntesis facilitan la evaluación simultánea de criterios múltiples, convirtiéndolo en un instrumento aplicable a distintos sectores económicos y adaptable a contextos dinámicos.

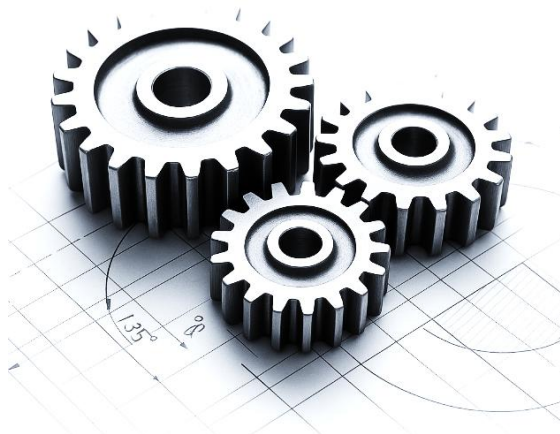
LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

SEXTA: Se comprobó que el valor del método AHP radica no solo en los resultados numéricos obtenidos, sino también en el proceso de reflexión que promueve. La comparación de criterios obliga a los responsables de la decisión a analizar con mayor profundidad los factores que intervienen en cada alternativa, fomentando una cultura organizacional orientada al análisis racional y a la mejora continua.

SEPTIMA: Finalmente, el estudio cumplió con su objetivo general al determinar una metodología válida para optimizar la localización industrial, aportando una base de conocimiento replicable. Esta investigación constituye, además, un punto de partida para futuras líneas de estudio que busquen integrar modelos multicriterio con tecnologías geoespaciales o con sistemas de inteligencia artificial orientados a la toma de decisiones empresariales.

CAPÍTULO XIII

RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Incorporar el método AHP en los procesos formales de planificación y toma de decisiones empresariales, aprovechando su capacidad para integrar criterios económicos, técnicos y ambientales en un solo modelo de análisis.
- SEGUNDA:** Capacitar al personal técnico y gerencial en metodologías de evaluación multicriterio, de manera que el conocimiento sobre la aplicación del AHP se consolide institucionalmente y no dependa de consultorías externas.
- TERCERA:** Desarrollar estudios complementarios que combinen el modelo AHP con herramientas geoespaciales (GIS) o simulaciones de costos, para ampliar la precisión de los análisis en proyectos de gran escala o con dispersión geográfica significativa.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

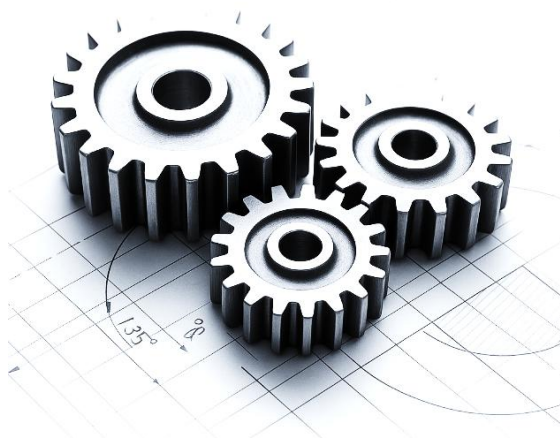
- CUARTA:** Revisar y actualizar periódicamente los criterios utilizados en los modelos de localización, considerando que los contextos económicos, logísticos y regulatorios varían con rapidez y pueden alterar las prioridades iniciales.
- QUINTA:** Extender la aplicación del método AHP a otras áreas de gestión industrial, como la evaluación de proveedores, la selección de inversiones o la jerarquización de proyectos, promoviendo así una cultura de decisiones sustentadas en evidencia.
- SEXTA:** Fomentar la investigación interdisciplinaria que integre la ingeniería industrial con la economía, la logística y la sostenibilidad, fortaleciendo el enfoque integral necesario para resolver problemas complejos de localización y gestión productiva.
- SEPTIMA:** Finalmente, se recomienda difundir los resultados del estudio en espacios académicos y empresariales, promoviendo el uso del método

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

AHP como herramienta para la competitividad y la
optimización de recursos en el sector industrial.

CAPÍTULO IX

REFLEXIONES FINALES



LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

La investigación que dio origen a este libro nos permitió comprender que la localización de una planta no solo representa una decisión técnica, sino un punto de encuentro entre la estrategia, la razón y la intuición profesional. A lo largo del proceso, cada análisis, cada ponderación y cada matriz comparativa fueron más que cálculos: fueron un ejercicio de discernimiento, una manera de traducir la complejidad del entorno industrial en decisiones fundamentadas y responsables.

Reflexionar sobre este trabajo implica reconocer que el conocimiento, por sí solo, no transforma la realidad si no se convierte en acción. Cada modelo, cada método y cada resultado cobran sentido cuando logran orientar a las empresas y a los profesionales hacia decisiones sostenibles, éticas y coherentes con el desarrollo del país. En ese propósito, este libro busca ser un puente entre la teoría y la práctica, entre la ciencia y la gestión. El método AHP, más allá de su rigor matemático, nos enseñó que la objetividad nunca está completamente separada de la experiencia. Detrás de cada número hay un criterio, detrás de cada criterio hay una historia, y detrás de cada decisión hay personas que asumen el riesgo de elegir. Por eso, más que un procedimiento técnico, el AHP se convierte aquí en una forma de

*LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)*

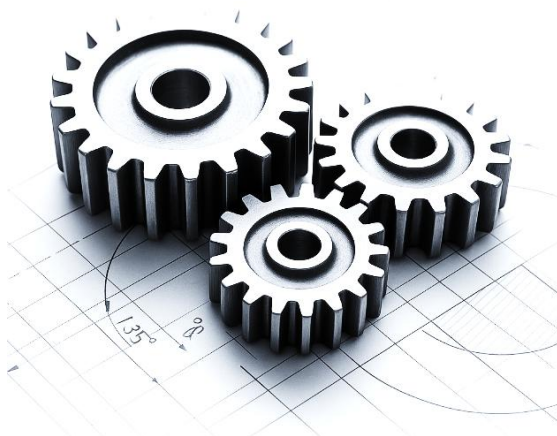
pensar: una estructura para ordenar la mente y dar lógica a la intuición.

Como autores, concluimos este recorrido con la convicción de que investigar no es acumular resultados, sino aprender a mirar con más claridad. Cada capítulo nos recordó que el conocimiento avanza cuando se comparte y que toda investigación, sin importar su magnitud, deja una huella en quien la realiza.

Finalmente, creemos que este libro no cierra un tema, sino que abre caminos. Cada lector, cada profesional, cada estudiante que se acerque a estas páginas podrá encontrar en ellas no solo un método, sino una invitación: la de pensar las decisiones industriales desde la razón, pero también desde la responsabilidad. Porque al final, decidir dónde ubicar una planta es decidir también dónde sembrar futuro.

CAPÍTULO X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Referencias bibliográficas

- Aldaba, J. (2012). *Prototipo de Sistema de Soporte de Decisión (SSD) mediante Proceso Analítico Jerárquico (PAJ)* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Ingeniería. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/3463>
- Amorocho-Daza, H., Cabrales, S., Santos, R., & Saldarriaga, J. (2019). A new multi-criteria decision analysis methodology for the selection of new water supply infrastructure. *Water*, 11(4), 805. <https://doi.org/10.3390/w11040805>
- Banik, S., Khan, I. A., Morshed, A. M., Khan, M. Z. R., & Uddin, M. A. (2025). Industrial power needs in Bangladesh: A fuzzy MCDM analysis of captive versus grid solutions. *Results in Engineering*, 27, 106266. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106266>
- Carro-Paz, R., & González-Gómez, D. (2012). *Localización de planta*. Universidad Nacional Mar del Plata. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2000). *Administración de producción y operaciones*. McGraw-Hill Interamericana.
- Chinese, D., Nardin, G., & Saro, O. (2011). Multi-criteria analysis for the selection of space heating systems in an industrial building. *Energy*, 36(1), 556–565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.10.005>
- Coelho, F., Cordeiro, C., De Sousa, F., & Fidalgo, J. (2019). Instalação de uma fábrica de produção de açúcar de beterraba usando AHP. *Revista da UIIPS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém*, 7(1), 49–58. <https://revistas.rcaap.pt/uiips/>
- Denizhan, B., & Özçelik, C. E. (2025). Selection of a green hydrogen production facility location with a novel heuristic approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 115, 198–213. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.02.410>
- Decision Lens, Inc. (2023). *Expert Choice* (Versión 11.5 o más reciente) [Software]. <https://www.decisionlens.com/products/expert-choice>
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. (2001). *Disposición de planta*. Universidad de Lima-Fondo Editorial.

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Eskandari, M., Hamid, M., Masoudian, M., & Rabbani, M. (2022). An integrated lean production-sustainability framework for evaluation and improvement of the performance of pharmaceutical factory. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134132>
- Gimenez-Escalante, P., & Rahimifard, S. (2019). Metrics for identifying the most suitable strategy for distributed localised food manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 33, 586–593. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.073>
- Gimenez-Escalante, P., Garcia-Garcia, G., & Rahimifard, S. (2020). A method to assess the feasibility of implementing distributed Localised Manufacturing strategies in the food sector. *Journal of Cleaner Production*, 276, 121934. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121934>
- Gomez-Romero, J.-A., Soto, R., & Garduno, S. (2019). Determination of the weightings of hydroelectric sustainability criteria by combining AHP and GP extended methods. *Ingeniería*, 24(2), 116–142. <https://doi.org/10.7764/ingenieria.v24i2.2104>

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). *Principios de administración de operaciones*. Pearson Educación. ISBN: 9786073256896
- Jajac, N., Marovic, I., Rogulj, K., & Kilic, J. (2019). Decision support concept to selection of wastewater treatment plant location—the case study of town of Kutina, Croatia. *Water*, 11(4), 717. <https://doi.org/10.3390/w11040717>
- Jang, H., Haddoud, M. Y., Roh, S., Onjewu, A.-K. E., & Choi, T. (2023). Implementing smart factory: A fuzzy-set analysis to uncover successful paths. *Technological Forecasting and Social Change*, 195, 122751. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122751>
- Khosravi, F., & Izbirak, G. (2024). A framework of index system for gauging the sustainability of iranian provinces by fusing analytical hierarchy process (AHP) and rough set theory (RST). *Socio-Economic Planning Sciences*, 95, 101975. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101975>
- Quinteros, M. E., & Morales, D. (2020). Análisis multicriterio para la localización de centrales fotovoltaicas de gran escala. *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654, 3(2), 47–56. <https://doi.org/10.37135/ns.01.06.04>

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

- Robygd, J., Harrie, L., & Martin, T. (2025). Spatial multi criteria analysis of ground conditions in early stages railway planning using analytical hierarchy process applied to viaduct-type rail in Southern Sweden. *Engineering Geology*, 348, 107962. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2025.107962>
- Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. En *Proceedings of the 3rd International Symposium on the Analytic Hierarchy Process* (pp. vii–xxviii). <https://doi.org/10.13033/isa hp.y1994.035>
- Salas, J. (2021). Modelo jerárquico para optimizar la localización de una planta industrial. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- Salas, J., Leyva, M., & Calenzani, R. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*, 17(2), 112–119. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/industria/issue/view/280>
- Skoczko, I., & Oszczapińska, K. (2019). The choice of location for a community water treatment plant using the AHP

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UNA PLANTA: APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

method. *Ekonomia i Środowisko*, (68), 166–176.

<https://doi.org/10.34659/p4ww-bt74>

Taraszkiewicz, N. (2019). Agricultural biogas plant location selection using MCDA methods. *Proceedings*, 16(1), 7.

<https://doi.org/10.3390/proceedings2019016007>

Tavella, M., Miropolsky, A., & Maner, R. (2016). Aplicación del software Expert Choice como herramienta de soporte de decisión para la localización sustentable de parques industriales. *Revista Tecnología y Ciencia*, 14(28), 5–16.

<https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/rtyc/issue/view/7>

Yeh, C.-C., & Chen, Y.-F. (2018). Critical success factors for adoption of 3D printing. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 209–216.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.003>