



Evaluación de riesgos industriales como criterio para la localización de plantas industriales

Industrial risk assessment as a criterion for the location of industrial plants

Erika Alexandra Morales Plua *

emorales@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1365-2513>

Jorman Ariel Basurto Esteves *

<https://orcid.org/0009-0007-6869-201>

Ronny Alberto Conforme Cevallos *

<https://orcid.org/0009-0006-2028-0101>

Luis Fernando Jacome Alarcón *

<https://orcid.org/0000-0003-1553-7591>

Karina Alexandra Plua Panta *

<https://orcid.org/0000-0003-3738-3749>

José Armando Estrada Hernández *

<https://orcid.org/0000-0003-3950-6984>

* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

Recibido: 27/04/2025 - Aceptado: 30/06/2025

Correspondencia: emorales@uteq.edu.ec

Resumen

La ubicación de plantas industriales es una decisión estratégica que afecta significativamente la eficiencia operativa, el desarrollo regional y el impacto ambiental. Tradicionalmente basada en factores económicos y logísticos, en las últimas décadas ha incorporado la evaluación de riesgos industriales, abordando peligros como incendios, explosiones y desastres naturales. Este artículo busca analizar los principales criterios y métodos utilizados en las decisiones de ubicación de plantas industriales, con énfasis en la integración del análisis de riesgos. La metodología es cualitativa, descriptiva y exploratoria, basada en una revisión sistemática de literatura científica. Los hallazgos destacan la aplicación de criterios de riesgos como proximidad a puntos de fallas geológicas, deslizamientos, incendios, fugas entre otras, además se evidencia la aplicación de determinadas metodologías aplicados a la localización de plantas industriales en diversos sectores. Se concluye que la integración de criterios de riesgos industriales al proceso de evaluación para la localización de plantas industriales permitirá incrementar el nivel de sostenibilidad y la seguridad de sus operaciones.

Palabras clave: Localización industrial, evaluación de riesgos, plantas industriales, toma de decisiones.

Abstract

The location of industrial plants is a strategic decision that significantly affects operational efficiency, regional development, and environmental impact. Traditionally based on economic and logistical factors, in recent decades it has incorporated industrial risk assessment, addressing hazards such as fires, explosions, and natural disasters. This article seeks to analyze the main criteria and methods used in industrial plant location decisions, with an emphasis on the integration of risk analysis. The methodology is qualitative, descriptive, and exploratory, based on a systematic review of scientific literature. The findings highlight the application of risk criteria such as proximity to geological faults, landslides, fires, leaks, among others. In addition, the application of certain methodologies to the location of industrial plants in various sectors is evident. It is concluded that the integration of industrial risk criteria into the evaluation process for the location of industrial plants will increase the level of sustainability and safety of their operations.

Keywords: Industrial location, risk assessment, industrial plants, decision-making.

Cómo citar

Morales Plua , E. A., Basurto Esteves , J. A., Conforme Cevallos , R. A., Jacome Alarcón , L. F., Plua Panta, K. A., & Estrada Hernández , J. A. (2025). Evaluación de riesgos industriales como criterio para la localización de plantas industriales. *GADE: Revista Científica*, 5(3), 111-125.
<https://doi.org/10.63549/rg.v5i3.691>



INTRODUCCIÓN

La industria es reconocida como un sector clave en el desarrollo económico local y regional, desempeñando un papel protagónico en la generación de empleo y dinamismo productivo. La adecuada de localización de instalaciones de fabricación y procesamiento industrial es fundamental para el uso óptimo del suelo, fomentar el desarrollo económico sostenible y optimizar los niveles de productividad. Esta decisión estratégica incluye directamente en la operatividad de las empresas y en la articulación con otras actividades económicas y productivas del entorno.

Sin duda, toda actividad humana tiene riesgos, y las empresas industriales no están exentas a estos. Aunque las industrias generan valor y bienestar económico, también pueden ocasionar impactos negativos como afectación a la biodiversidad, enfermedades en la población, explotación desmedida de recursos naturales. En consecuencia, la relación entre las industrias y su entorno determina el nivel del impacto en este.

La decisión sobre la ubicación de plantas industriales implica la identificación de posibles escenarios de riesgos que podrían comprometer la seguridad de las instalaciones, sus ocupantes y el entorno. Este tipo de proyectos requiere fuertes inversiones de capital, constituyendo uno de los gastos más significativos para las compañías. Por ello, la elección del sitio debe considerar factores como la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la comunidad local (Fernández et al, 2006). Ante esto es imprescindible tomar decisiones correctas en cuanto a localizaciones de industrias, con el fin de evitar incidentes de gran magnitud originados por

situaciones de localizaciones inadecuadas (Jung et al, 2010).

Por tal motivo, una planta bien localizada y diseñada promueve el uso eficiente de los recursos, lo que permite ser ambientalmente amigable. También debe facilitar los procesos de producción, con eso se reduce la complejidad y el desperdicio, aumentando la eficiencia operativa de la planta (Beltrán y Aguayo, 2022).

La localización de la planta industrial es el proceso de seleccionar un terreno para que la empresa realice sus operaciones productivas. Dicha selección está condicionada por criterios que históricamente solo consideraba factores, económicos, logísticos y de infraestructura (Beltrán y Aguayo, 2022; Castillo, 2023; Figueroa et al, 2024; Flores et al, 2020; Martínez et al, 2024; Pérez et al, 2022), a estos factores en las últimas décadas se han incorporado criterios relacionados con la evaluación de riesgos industriales como incendios, explosiones, fugas tóxicas hasta amenazas naturales que pueden afectar la integridad físicas de las instalaciones (Salas, 2021; Villacreses et al, 2017; Wattanasang & Ransikarbum, 2021).

El objetivo de la presente investigación es conocer los principales criterios con enfoque de riesgos industriales y los métodos que se utilizan en el proceso de toma de decisión sobre localización de plantas industriales.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y exploratorio, con el objetivo de analizar como la evaluación de riesgos ha sido incorporada en procesos de localización de plantas industriales. La metodología se estructura en tres fases principales:



revisión sistemática de literatura, análisis temático y síntesis crítica.

Para el desarrollo de la primera fase de la investigación se realizó una búsqueda en fuentes científicas indexadas en reconocidas bases de datos, se utilizaron combinaciones de palabras claves como “evaluación de riesgos industriales”, localización planta industrial”, y “toma de decisiones basada en riesgos” tanto en inglés como en español. Se aplicaron filtros en áreas de ciencias, periodo de publicación (2010-2024) y tipo de documentos (artículos originales, revisiones, tesis doctorales y capítulos de libro).

Posteriormente se realizó la fase de inclusión y exclusión donde se seleccionaron estudios que cumplieron con al menos uno de los siguientes criterios: análisis de metodología de localización de plantas que integren criterios de riesgo; aplicación de modelos cualitativos o cuantitativos para evaluación de riesgos. Se excluyeron aquellos de carácter técnico que no abordaron explícitamente la dimensión de riesgo como criterio de decisión.

Finalmente, se desarrolló una síntesis comparativa de los criterios y metodologías utilizadas, identificando coincidencias y vacíos en el uso de la evaluación de riesgo como variable en la toma de decisiones sobre localización de plantas industriales.

RESULTADOS

El concepto de localización de una planta industrial describe a la ubicación de una nueva planta de producción, la cual permitirá mayor rédito económico o la reducción de costos unitarios en los procesos operativos (Salas et al, 2014). Este proceso de selección se ha vuelto más complejo en las últimas décadas a

partir de la globalización, al incorporarse una serie de factores a examinar. Los factores consideran la selección del país de localización, de la región, localidad y de la ubicación concreta dentro de la localidad (Salas, 2021; Flores et al, 2020), factores asociados con la Macrolocalización y Microlocalización.

Por lo que la localización de la planta no es algo que se lo debe tomar a la ligera, es necesario un criterio técnico y objetivo para tomar la mejor decisión. Según Flores et al, (2020), las empresas no deben descartar un proceso de relocalización al no cumplir con los requerimientos para una adecuada operatividad de la empresa, por no cumplir adecuadamente con las necesidades que requiere la planta para su adecuada operación, lo que afectaría la rentabilidad operativa. Por lo que es importante considerar y analizar todos los factores posibles en la zona que influyan de forma positiva y negativa la instalación del proyecto.

De acuerdo con Arnoletto (2007), los objetivos de los estudios y decisiones de localización de las industrias en general se orientan a:

- Favorecer el desarrollo de las operaciones industriales
- Optimizar los costos operacionales para obtener un costo total mínimo.
- Análoga con la estrategia general de la industrial y con las decisiones sobre el producto y los procesos.

Generalmente el método de localización se realiza por medio de análisis cuantitativos, cualitativos, o por métodos heurísticos, o mediante simulaciones (Arnoletto, 2007), los primeros son fáciles de cuantificar, mientras que los segundos son menos tangibles, pero tienen mucha relevancia,



como por ejemplo afectación ambiental, la salvaguarda social, comportamiento comunitario y otros (Salas, 2021).

Los autores Beltrán y Aguayo (2022), no recomiendan estudiar únicamente un solo lugar, se debe comparar con sectores alternativos que pueden ofrecer otras ventajas con respecto al sitio original como factores climáticos, legales, socio ambientales, Mercados, Materia prima e insumos, servicios básicos y recursos.

Para Castillo (2023), el estudio de la localización industrial es muy importante pues permite evaluar las posibilidades de integración de las empresas proveedoras para la industria a instalar, y determinar posibles encadenamientos empresariales y formación de aglomeraciones con la red de producción sectorial de esa región optimizando costos.

Para Pérez et al (2022), se deben considerar los elementos más relevantes que le permitirán a la planta industrial lograr un crecimiento exponencial y lograr reducir costos en transportes. Por lo que la determinación de la localización industrial es uno de los factores clave cuando se pretende implementar un proyecto exitoso.

De acuerdo con la teoría de la localización industrial establecida por Weber en 1909 señala que esta, tiene como objetivo principal la ubicación de dicha actividad y de esta forma buscar reducción de costos y medios de producción para generar un incremento en la utilidad empresarial (Figueroa et al, 2024; Martínez et al, 2024; Rehman, 2026). Otros factores concernientes a

algunas industrias eran la perecibilidad de las materias primas, la influencia del grado de humedad del aire sobre el proceso de producción, la dependencia con respecto al agua, factores dependientes de la naturaleza (González 2023).

Por otro lado, para Villacreses et al, (2017) la localización de la planta debe relacionarse con factores de la Ingeniería verde buscando espacios más compactos, diseños más parecidos a las formas diversas de la naturaleza (Biomimética), y su ubicación en áreas provistas de manejo de desechos. (Econología Industrial).

Según Vega (2021), actualmente muchas empresas buscan tener un sistema de información geográfica que le permiten a través de un software y hardware manipular, analizar y presentar información para la toma de decisiones en cuanto a la localización. Se trabaja en base a la guarda de información en base de datos, desplegar mapas y crear modelos que toman información de la acumulada en dicha base, estos modelos resultantes pueden ser de mucha utilidad al momento de decidir una localización, en ellos se puede trabajar con informaciones de volumen de venta por zonas, poder adquisitivo de barrios o regiones, demografía del sector, zonas comerciales o industriales en cada ciudad, sistema de caminos que conectan los barrios o ciudades.

La tabla 1. Muestra varios criterios tradicionales identificados en la revisión bibliográfica para el proceso de localización de plantas industriales.



Tabla 1. Criterios tradicionales identificados para la localización de plantas industriales.

Criterios de evaluación	Referencia
Costos de: materia prima e insumos, servicios básicos, transporte, energética eléctrica, terreno.	(Beltrán et al, 2022)
Costo de la mano de obra, oferta de las partes aeroespaciales y sus materias primas, cercanía de proveedores.	(Castillo, 2023)
Aspectos socioeconómicos y culturales, infraestructura, aspectos institucionales, mercados de consumo, costo de transporte, factores geográficos e institucionales	(Flores et al, 2020)
Perecibilidad de las materias primas, la influencia del grado de humedad del aire sobre el proceso de producción, la dependencia con respecto al agua, factores dependientes de la naturaleza	(González, 2023)
Disponibilidad de materia prima, condiciones climáticas, cercanía al mercado, disponibilidad de mano de obra, accesibilidad vial, accesibilidad a los servicios básicos, seguridad	(Pérez et al, 2022)
Factores climáticos, legales, socio ambientales, Mercados, acceso y costos de materia prima e insumos, servicios básicos y recursos	(Salas, 2021)
Factores Cuantitativos: mano de obra, materia prima, transporte, demanda, terreno, capital, costo de servicios, impuestos y seguros.	(Salas et al, 2014)
Factores Cualitativos: impacto ambiental, educación, vivienda, clima, actitud de la comunidad, políticas de gobierno, protección contra incendios, seguridad, ambiente laboral, calidad de vida, competencia	
Relación de cercanía, Productividad y Costos	(Vega, 2021)
Espacios más compactos, diseños más parecidos a las formas diversas de la naturaleza (Biomimética), y su ubicación en áreas provistas de manejo de desechos. (Econología Industrial).	(Villacreses et al, 2017)



Como se indicó en la sección anterior, la selección de la localización de las plantas industriales dependía de factores de consideraban costos, accesibilidad, mercados, servicios básicos, recursos disponibles. A estos criterios identificados, la incorporación del concepto de riesgo en el proceso de toma de decisiones representa un importante vacío en la investigación sobre el modelado de la idoneidad de la localización para las instalaciones industriales. Los riesgos industriales pueden traer diversos efectos en los seres vivos, proceso y productos, los que nos ha hecho visualizar la ingeniería de manera diferente, pero, aunque representa un daño potencial, este puede ser limitado para minimizar sus posibles efectos (Arroyo, 2020).

En este contexto, las decisiones fundamentadas en el análisis de riesgos se ha transformado en un instrumento que permite controlar los peligros por medio del estudio de factores y predicciones de accidentes y minimizar las consecuencias en caso de que ocurran (Salomón y Perdomo, 2021).

La evaluación de riesgos cuantifica y evalúa los riesgos integrados de seguridad y protección, y proporciona perfiles de riesgo de referencia para la toma de decisiones. La toma de decisiones determina la estrategia óptima para las mejoras de barreras de seguridad y salud en caso de riesgos inaceptables (Yuan et al, 2025).

Además, también se debe considerar el mitigar el grado de deterioro de la salud de la población y la contaminación ambiental que generan los procesos industriales, en consideración a este se introducen términos ecológicos, como los conceptos de biomimética, ecología industrial o química verde, conocidos, en

su conjunto como la llamada ingeniería verde (Villacreses et al, 2017).

Para Wattanasaeng & Ransikarbum (2021), no solo debe evaluarse el costo de establecer cada fábrica industrial, sino que también el sustituto de seguridad utilizando el costo basado en el riesgo de las posibles consecuencias de un evento de emergencia (incendios, fugas químicas, eventos climáticos, derrumbes, desbordamientos).

De acuerdo con Salomón y Perdomo (2001), en la evaluación del riesgo se distinguen dos situaciones generales, cada una con métodos específicos de análisis: los eventos con alta probabilidad de ocurrencias y aquellos con baja probabilidad. Los eventos probables son aquellos que han sucedido con suficiente frecuencia en el pasado como para permitir una estimación razonable tanto de su frecuencia como de sus consecuencias. En contraste, los eventos improbables son, por lo general, fenómenos que no se han observado previamente, por lo que existe escasa experiencia que permita estimar con precisión su frecuencia e impacto.

Desde la perspectiva de Mota 1964; como se cita en Da Mota, (2020), la óptima localización de las industrias no es estática, y podrá variar como consecuencia de la modificación geográfica, de la disponibilidad de recursos naturales o humanos, cambios tecnológicos, modificación de las preferencias de los consumidores, búsqueda y oferta de bienes y servicios, localización de centros de consumo, políticas gubernamentales e influencias institucionales y hasta las inversiones en infraestructura podrán alterar los lugares en el tiempo. (p. 69).

Para Ebrahimi et al, (2023), en la determinación de la ubicación óptima



para la construcción de las instalaciones industriales depende de un conjunto de diferentes factores, que incluyen la accesibilidad y los criterios ambientales, económicos, sociales, etc. Entre los criterios a considerar se dividen en dos grupos: restricciones y factores de evaluación. Las restricciones definen las zonas no aptas para el desarrollo de plantas de procesamiento de pistacho, según las normas nacionales e internacionales. Para determinar estas zonas restringidas, el área de estudio se dividió en clases aptas e inaptas mediante lógica booleana.

La determinación del riesgo se concentra en las propiedades deseables o indeseables de los criterios basados en diferentes grados o niveles de riesgo. Al identificar un grado particular de riesgo, los tomadores de decisiones pueden controlar el nivel de riesgo de la decisión y proporcionar un mapa de potencial solar de bajo o alto riesgo. En otras palabras, el parámetro de riesgo guía a los tomadores de decisiones a lo largo del continuo que va desde las estrategias de decisión pesimistas a las optimistas (Nadizadeth, 2019).

En este sentido, la identificación y evaluación de probables riesgos resulta relevante en las decisiones estratégicas a tomar en una empresa como la localización de la planta industrial. La búsqueda de la eficiencia, la productividad y la competitividad por parte de las empresas, ha aportado a la literatura científica con metodologías de apoyo a la toma de decisiones de selección adecuada para la localización de una industria. Una localización efectiva y un diseño adecuado inciden directamente en la eficiencia del Proceso y en los costos finales del producto (Beltrán et al, 2022).

Entre los métodos más utilizados para localización final de una planta industrial se tiene:

- Método Del Ranking De Factores

Evalúa los factores cuantitativos y cualitativos, asignándoles un puntaje sobre la base establecida por el investigador. Para ello, hay que elaborar una lista de factores organizados según su relevancia, comenzando por el más relevante. Se selecciona los 10 factores principales y se asigna entre ellos la puntuación disponible, de forma que las diferencias en los puntajes reflejan la importancia relativa de cada uno.

Para la calificación de factores para la localización de una nueva planta, en este caso de procesamiento de la carne de cuy, se utilizó el método de ranking de factores ponderados (localización, terreno, materia prima, factores de la comunidad, vías de transporte y comunicación, servicios básicos, en el cual se identifica un grupo de condiciones esenciales para que la decisión sea exitosa (Salas, 2021).

- Método De Calificación Del Factor Cualitativo

A cada uno de los factores relevantes, tanto cuantitativos como cualitativos, se le otorga un peso relativo que refleja su grado de importancia. Partiendo de una base de cien puntos, se establece un puntaje mínimo para cada factor. Posteriormente, se califican los factores en función de ese puntaje mínimo, y cada calificación se multiplica por su peso correspondiente. Al final, se obtiene el puntaje ponderado total para cada localidad, seleccionando aquella que ha alcanzado la puntuación más alta (Salas, 2021).

- Modelo Analítico Delphi



Según Salas (2021), el modelo analítico Delphi resulta útil para enfrentar decisiones relacionadas con ubicaciones complejas, ya que permite incorporar tanto elementos concretos como abstractos en el proceso decisorio. Este método implica la participación de tres grupos: un equipo coordinador, un equipo pronóstico y un equipo estratégico. Estos grupos deben estar integrados por miembros de la alta dirección de cada departamento, así como por los responsables de las distintas áreas funcionales de la organización.

- Método De El Análisis Dimensional

De acuerdo con Salas (2021), este método se basa en comparar y eliminar sistemáticamente una opción frente a otra, evaluándolas en pares. En primer lugar, se identifican los factores claves de localización y se decide si se utilizará como referencia un criterio de costos o una escala de puntajes. Si se opta por costos, un resultado superior a uno indica preferencia por la alternativa representada en el denominador (B); si es menor que uno, se elige la opción del numerador (A); y si el resultado es uno, ambas localidades se consideran equivalentes. En el caso de utilizar puntajes, se asigna una escala como del 1 al 10 que refleje la ventaja entre las opciones comparadas.

- Proceso Jerárquico Analítico (AHP)

De acuerdo con Uribe y Londoño (2021), el proceso de análisis jerárquico (AHP) es una metodología de decisión que permite evaluar múltiples criterios simultáneamente. Su aplicación genera una clasificación de prioridades que refleja la preferencia general por cada una de las opciones disponibles. A través de la construcción de un modelo jerárquico, el AHP facilita una

representación visual y estructurada del problema como en este caso, el riesgo de incendio. Lo que permite descomponerlo en partes más manejables para su análisis detallado.

Este enfoque se basa en varios pasos clave:

- Definir un modelo jerárquico del problema.
- Establecer la prioridad de los elementos involucrados.
- Realizar comparaciones por pares entre dichos elementos.
- Asignar pesos a cada uno con base en su evaluación.
- Determinar la relevancia de cada alternativa según los pesos asignados.
- Sintetizar los resultados.
- Verificar la consistencia del análisis.

Las comparaciones por pares son esenciales en este método. El AHP emplea una escala de 1 a 9 para expresar el grado de preferencia o importancia relativa entre elementos, permitiendo la evaluación tanto criterios cuantificables (tangibles como cualitativos (intangibles)).

- Método De Brown y Gibson

Según Flores et al (2020), este procedimiento permite integrar tanto factores objetivos, que pueden medirse cuantitativamente como elementos subjetivos, cuya valoración se realiza en términos relativos. Para su correcta aplicación, se consideran diferentes niveles territoriales como país, región, ciudad o municipio que cumplan con un conjunto de criterios básicos de localización. El proceso se desarrolla en cuatro fases:



1.- Asignar a cada alternativa de ubicación un valor relativo para los factores objetivos.

2.- Establecer un valor referente por componente subjetivo para cada posible localización.

3.- Fusionar ambos tipos de factores, otorgándoles un peso proporcional, con el de calcular una medida de preferencia de localización.

4.- Elegir la opción que presenta el mayor valor en dicha medida de preferencia.

La revisión de literatura científica a nivel internacional permitió identificar investigaciones realizadas en diversas áreas de producción que han incorporado el criterio de riesgo industrial a los juicios tradicionales para determinar una óptima localización de plantas industriales (Azizi & Nadizadeth, 2022;

Ebrahimi et al, 2023; Jung et al, 2010; Nadizadeth et al, 2019; Nadizadeth et al, 2022; Rabiul, 2024; Rehman, 2016; Saraswat et al, 2021; Turk y Sahin, 2020), Wattanasaeng & Ransikarbum, 2021). En contraste, en el contexto de Sudamérica, las investigaciones relacionadas con este enfoque son escasas (Medina, 2022; Rediske et al, 2020; Ríos & Duarte, 2021).

En la Tabla 2., se detalla diversos criterios de riesgos industriales evaluados por diversos autores para la selección optima de la localización de plantas industriales, además de diversas metodologías de decisiones de múltiples criterios en el proceso de toma de decisiones en diversos tipos de industrias.

Tabla 2. Criterios de riesgos industrial y metodologías utilizadas para la localización de plantas industriales.

Tipo de industria	Criterios de riesgos industrial	Método	Ref.
Química	Incendios, fugas, o explosiones, distancia máxima entre unidades.	Optimización multiobjetivo con simulaciones de peligro.	(Wattanasaeng & Ransikarbum, 2021).
Agrícola	Proximidad a puntos de fallas y deslizamientos, elevación y pendiente, proximidad a líneas de transmisión eléctrica, proximidad a la red de transmisión.	Proceso Jerárquico Analítico (AHP)	(Ebrahimi et al, 2023)
Energía solar	Lluvia, luz solar, polvo, distancia de la falla, distancia de las carreteras, de la ciudad, agricultura, bosque, humedales y área de conservación.	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada en Sistemas de información geográfica SIG	(Nadizadeth et al, 2019)
Energía solar y eólicos	Pendiente del terreno,	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada	(Saraswat et al, 2021)



	condiciones del terreno y suelo, áreas protegidas, bosques, o lugares de alto valor ecológico o de uso agrícola intensivo, proximidad a asentamientos humanos	en Sistemas de información geográfica SIG	
Energía renovable para agricultura	Proximidad a redes de distribución eléctrica, distancia de turbinas eólicas a infraestructuras existentes, ubicación de plantas generadoras de gas distribuido respecto a zonas sensibles, distancia a zonas agrícolas y abastecimiento de pozos.	Sistemas de información geográfica SIG, toma de decisiones basadas en datos (DDDM) y análisis de sensibilidad	(Azizi et al, 2022)
Energía eólica	Amenazas de robo y daños, barreras de riesgo naturales, distancia mínima a fallas geográficas, zona de inundaciones	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) complementada con Sistemas de información geográfica SIG	(Rehman, 2016)
Química	Daños por fuego, explosión o fugas tóxicas	Programación Lineal Entera Mixta (MILP) en combinación del análisis cuantitativo de riesgos (QRA)	(Jung et al, 2010)
Energía eólica	Fallas geológicas, riesgos sísmicos	Promedio ponderado ordenado (OWA). Sistemas de información geográfica SIG, análisis económico con VAN	(Nadizadeth et al, 2019)
Energía solar	Pendientes, riesgos de deslizamientos	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada en Sistemas de información geográfica SIG	(Rabiul et al, 2024)
Energía solar	Temperatura, humedad, viento, presión física, Geología y terreno	Análisis de Decisiones Multicriterio	(Turk & Sahin, 2020)
Energía eólica	Pendiente del terreno, condiciones del terreno y suelo, velocidad del viento, densidad del aire, áreas protegidas, bosques, o lugares de alto valor ecológico o de uso agrícola intensivo. proximidad a asentamientos humanos.	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada en Sistemas de información geográfica SIG	(Villacreses et al, 2017)



Energía solar	Riesgo de degradación, pendientes, riesgos de deslizamientos	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada en Sistemas de información geográfica SIG	(Ríos y Duarte, 2021)
Energía solar	Condiciones climáticas, pendientes,	Análisis de Decisiones Multicriterio (AHP) basada en Sistemas de información geográfica SIG	(Rediske et al, 2020)

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que a pesar de ser pocas las investigaciones que han comenzado a incorporar criterios de evaluación de riesgos como amenazas naturales, proximidad a zonas sensibles, potencial de incidencias técnicas (incendios, explosiones, fugas tóxicas) a los factores tradicionales (costos, infraestructura o logística). Estas investigaciones han considerado un análisis integral que aporta un elemento estratégico y preventivo en la toma de decisiones para la localización adecuada de plantas industriales. Además, han considerado metodologías multicriterio, herramientas de simulación y análisis espacial para la localización de plantas industriales.

En el contexto Sudamericano, la incorporación de criterios de riesgos industriales en estudios de localización es limitada, lo que revela un vacío importante en la investigación aplicada y en la toma de decisiones estratégica orientada a la localización adecuada de plantas industriales.

Por último, se concluye que la integración de criterio de riesgos industriales al proceso de evaluación de localización de plantas industriales permitirá incrementar el nivel de

sostenibilidad y la seguridad de sus operaciones.

REFERENCIAS

- Arnoletto, E.J. (2007). Administración de la producción como ventaja competitiva. Eumed.net. [En línea] Texto completo en: www.eumed.net/libros/2007b/299/
- Arroyo Santa Cruz, J. A. (2020). Riesgos industriales y la ingeniería de riesgos. Revista Boliviana de Ingeniería. 2(2). pp. 1-2. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.33996/rebi.v2i2.1>
- Avella Camarero, L. y Fernández Barcala, M. (2008). Globalización y localización internacional: ¿Oportunidad o amenaza para la empresa industrial española??. Economía industrial. pp. 217-232. [En línea] disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2861006>
- Azizi Moghaddam, H. & Nadizadeth Shorabeh, S. (2022). Designing and implementing a location-based model to identify areas suitable for multi-renewable energy



- development for supplying electricity to agricultural wells”, *Renewable Energy*. 200. pp. 1251-1264. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.10.023>
- Beltrán Chacón, J. P. y Aguayo Carvajal, V. R. (2022). Estudio técnico: localización y diseño de plantas agroindustriales. *Brazilian Journal of Business*. 4(4). pp. 1951-1960. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.34140/bjbv4n4-024>
- Castillo Rodríguez, J. (2023). Globalización y localización de la industria aeroespacial en México. *Intersticios sociales*. (26) 181-201 [En línea] disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-9642023000200181&script=sci_arttext
- Da Mota, A. J. (2020). Metodología para empleo de herramientas de la teoría de la localización e índices de criminalidad en proyectos de ubicación de las empresas. Tesis del Doctorado en Ciencias Económicas con mención en Gestión de las Organizaciones de la Universidad Nacional de La Matanza, Repositorio Digital UNLaM. pp. 1-333. [En línea] disponible en: <http://repositoriocynt.unlam.edu.ar/handle/123456789/473>
- Ebrahimi Sirizi, M., Taghavi Zirvani, E., Esmailzadeh, A., Khosravian, J., Ahmadi, R., MijMijani, N., & kar Arsanjani, J. A. (2023). Scenario-based multi-criteria decision-making approach for allocation of pistachio processing facilities: A case study of Zarand. Iran. *Sustainability*. 15(20). 15054. pp. 1-21. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su152015054>
- Fernández Sánchez, E., Avella Camarero, L., Fernández Barcala, M. (2006). Localización Industrial, McGraw-Hill, Estrategia de producción, [En línea] disponible en: <https://www.esfernan.es/wp-content/uploads/2020/11/Libro-1.-E.Produccion.-Tema06-LocalizacionFinal2Edicion.pdf>
- Figueroa, J., Arroyo Parra, T., Martín Urbano, P. (2024). Industria manufacturera: Cambio estructural, relocalización, avances y rezagos en las regiones de México (1980-2019). Primera edición. México. Universidad autónoma de Sinaloa.
- Flores Romero, M., Guerrero Dávalos, C. y González Santoyo, F. (2020). Localización de empresas usando lógica difusa: estrategia para su posicionamiento. *Contaduría y Administración*. 65 (2). pp.1-22. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1924>.
- González Miranda, S. (2023). La “proposición Montero” de 1870 en Tarapacá. La primera resistencia



- tarapaqueña-salitrera a los privilegios monopólicos del centralismo limeño en la periferia. *Perfiles Económicos*. pp. 13-40. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.22370/pe.2023.14.3437>
- Jung, S., Ng, D., Laird, CD. & M. S. Mannan, MS. (2010). "A new approach for facility siting using mapping risks on a plant grid area and optimization". *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 23(6). pp. 824-830. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095042301000063X>
- Martínez Falcó, J., Marco Lajara, B., Sánchez García, E. y Millán-Tudela, L. (2024) Aglomeración empresarial y atracción de inversión extranjera: Un análisis aplicado a la industria zapatera del Vinalopó. España, Universidad de Alicante.
- Medina Villa, G. (2022). Ingeniería Verde Aplicada, hacia la Evolución Sostenible de los Sistemas de Producción Industrial. *Revista especializada de Ingeniería y Ciencias de la tierra*. 2 (1). pp. 138-157. [En línea] disponible en: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/REICIT/article/view/3061>
- Nadizadeth Shorabeh, S., Karimí Firozjaei, M., Nematollahi, O., Karimí Firozjaei, H. & Jelokhani-Niaraki, M. (2019). A risk-based multi-criteria spatial decision analysis for solar power plant site selection in different climates: A case study in Iran. *Renewable Energy*. 143. 958-973. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.063>
- Nadizadeh Shorabeh, S., Karimi Firozjaei, H., Karimi Firozjaei, M., Jelokhani-Niaraki, M., Homaei, M. & Nematollahi, O. (2022). The site selection of wind energy power plant using GIS-multi-criteria evaluation from economic perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 168. 112778. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112778>
- Pérez-Agualongo, A., Cueva Ochoa, M., Acosta-Velarde, J., Reinoso-Astudillo, C. y Naranjo-Vargas, E. (2022). Análisis de localización para una planta de producción industrial de biofertilizante", *Polo del conocimiento* 7 (5). pp. 1468-1483. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.4039>
- Rabiul Islam, M., Tareq Aziz, M., Alauddin, M., Kader, Z. & Rakibul Islam, M. (2024). Site suitability assessment for solar power plants in Bangladesh: A GIS-based analytical hierarchy process (AHP) and multi-criteria decision analysis (MCDA) approach. *Renewable Energy*. 220. 119595. [Online]. Available:



- <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119595>
- Rediske, G., Siluk, J. C., Michels, L., Rigo, P. D., Rosa, C. B. & Cugler, G. (2020). Multi-criteria decision-making model for assessment of large photovoltaic farms in Brazil. *Energy*. 197. 117167. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117167>
- Rehman, A.U. (2016). An approach to evaluating alternatives for wind power plant locations. *South African Journal of Industrial Engineering*. 27(4). 153-165. [Online]. Available: <https://doi.org/10.7166/27-4-1545>.
- Ríos, R. & Duarte, S. (2021). Selection of ideal sites for the development of large-scale solar photovoltaic projects through Analytical Hierarchical Process–Geographic information systems (AHP-GIS) in Peru. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 149. 111310. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111310>
- Rupertí Cañarte, J., Mendoza García, J., Lucas Intriago, M. y Franco Moreira, J. (2021) El desarrollo territorial y el pensamiento económico. *Sociedad & Tecnología*. 4(3). pp. 399-415. [En línea] disponible en: <https://doi.org/10.51247/st.v4i3.145>
- Salas Bacalla, J. (2021). Modelo jerárquico para optimizar la localización de una planta industrial. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)). [En línea] disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=339898>
- Salas Bacalla, J., Leyva Caballero, M., y Calenzani Fiestas, A. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*. vol. 17. núm. 2. julio-diciembre. pp. 112-119. [En línea] disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640856014.pdf>
- Salomón Llanes, J. y Perdomo Ojeda, M. (2001). *Análisis de riesgo Industrial*”. Centro de Altos Estudios Gerenciales Instituto Superior de Investigación y Desarrollo. Primera Edición. Caracas - Venezuela.
- Saraswat, S. K., Digalwar, A. K., Yadav, S. S., & Kumar, G. (2021). MCDM and GIS based modelling technique for assessment of solar and wind farm locations in India. *Renewable Energy*. 169. pp. 865-884. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.056>
- Turk, S. & Sahin, G. (2020). Corrigendum to “multi-criteria decision-making in the location selection for a solar PV power plant using AHP” [Measurement 129 (2018) 218–226]. *Measurement* 153 107384 [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107384>



- Uribe Botero, J. y Londoño Ciro, L. (2021). Aplicación del proceso de análisis jerárquico para la evaluación del riesgo de incendio en la industria colombiana. *Politecnico*. 17 (33). pp.64-75. [En línea] disponible en: <http://dx.doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a5>
- Vega, S. (2021). Análisis estratégico para la relocalización de una planta industrial: factores decisorios y ponderación de alternativas. Tesis para la obtención del título de posgrado de Magister en Dirección de Empresas. Universidad Católica de Córdoba, [En línea] disponible en: <https://www.proquest.com/openview/e15121786dd2d8e0f8ff8628cbd3548c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&dis=y>
- Villacreses, G., Gaona, G. Martínez-Gómez, J. & Jijón, D. J. (2017). Wind farms suitability location using geographical information system (GIS), based on multi-criteria decision making (MCDM) methods: The case of continental Ecuador. *Renewable energy*. 109. 275-286. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.041>
- Wattanasang, N., & Ransikarbum, K. (2021). Model and Analysis of Economic- and Risk-Based Objective Optimization Problem for Plant Location within Industrial Estates Using Epsilon-Constraint. *Algorithms Computation*. 9. 46. <https://doi.org/10.3390/computation9040046>. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/computation9040046>
- Yuan, S., Renier, G. & Yang, M. (2025). Dynamic and integrated safety and security barrier management: A new framework to manage major event risks in chemical plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 96. 105632. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105632>