



MULTICRITERIA ANALYSIS OF SAFETY FOR THE LOCATION OF INDUSTRIAL FACILITIES

ANÁLISIS MULTICRITERIO DE SEGURIDAD PARA LA LOCALIZACION DE NUEVAS INSTALACIONES INDUSTRIALES

Para citar este trabajo:

Ortiz Macias, K. J., Jacome Alarcon, L. F., Quiroz Vera, M. A., & Acurio Travez , R. A. (2025). ANÁLISIS MULTICRITERIO DE SEGURIDAD PARA LA LOCALIZACION DE NUEVAS INSTALACIONES INDUSTRIALES. Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society, 2(5), e-399. <https://doi.org/10.71068/rr560g30>

Autores:

Klever Javier Ortiz Macias

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

Klever.ortiz2017@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8913-9660>

Luis Fernando Jacome Alarcon

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

ljacomea@uteq.edu.ec

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

Mike Anderson Quiroz Vera

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

mquirozv@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-6456-7521>

Rafael Alexander Acurio Travez

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo - Ecuador

racuriot@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-4180-8451>

Autor de Correspondencia: Klever Javier Ortiz Macias, Klever.ortiz2017@uteq.edu.ec

RECIBIDO: 27-Agosto-2025 **ACEPTADO:** 10-Septiembre-2025 **PUBLICADO:** 24-Septiembre-2025



Resumen

El estudio analiza la aplicación del análisis multicriterio en la selección de ubicaciones para nuevas instalaciones industriales en el ecuador, destacando la importancia de integrar la seguridad industrial como criterio estratégico en la toma de decisiones. El objetivo principal fue evaluar la efectividad de metodologías multicriterio, específicamente el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y el método PROMETHEE, para identificar la ciudad mas adecuada considerando factores de riesgos sísmicos, accesibilidad, infraestructura de emergencias, disponibilidad de recursos y condiciones ambientales. La investigación se desarrollo bajo un enfoque cualitativo-quantitativo, mediante revisión documental de estudios científicos y normativos, así como la aplicación comparativa de ambos métodos sobre alternativas de localización en Guayaquil, Quito y Cuenca. Los resultados evidenciaron que cuenca constituye la opción mas segura y equilibrada, al presentar menor exposición sismica, adecuada cobertura de servicios y menor presión urbana en comparación con las demás ciudades, obteniendo puntuaciones superiores en ambos métodos de análisis. Se concluye que el AMC es una herramienta eficaz para integrar criterios tecnicos, sociales, ambientales y de seguridad en decisiones complejas de localización, ofreciendo un marco estructurado y transparente que mejora la sostenibilidad y reduce riesgos operativos , como también se resalta la necesidad de fortalecer la formación de profesionales en ingeniería y seguridad industrial en el uso de estas metodologías y se recomienda complementar su aplicación con sistemas de información geográfica para una evaluación mas integral y actualizada de los entornos.

Descriptores: Análisis multicriterio, Seguridad Industrial, Localización de instalaciones

Abstract

The study analyzes the application of Multicriteria Analysis (MCA) in selecting locations for new industrial facilities in Ecuador, emphasizing the importance of incorporating industrial safety as a strategic criterion in decision-making. The main objective was to assess the effectiveness of multicriteria methodologies, specifically the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the PROMETHEE method, to identify the most suitable city considering seismic risk, accessibility, emergency infrastructure, resource availability, and environmental conditions. The research followed a qualitative-quantitative approach, based on a documentary review of scientific and regulatory studies, and the comparative application showed that Cuenca is the safest and most balanced option, with lower seismic exposure, adequate service coverage, and less urban pressure compared to the other cities, obtaining higher scores in both methods. It is concluded that MCA is an effective tool to integrate technical, social, environmental, and safety criteria in complex location decisions, offering a structured and transparent framework that enhances sustainability and reduces operational risks. Furthermore, the study highlights the need to strengthen the training of engineering and industrial safety professionals in the use of these methodologies and recommends complementing their application with geographic information systems to achieve a more comprehensive and updated evaluations of environments.

Keywords: Multicriteria analysis, industrial safety, facility location



Introducción

La localización de instalaciones industriales es una decisión estratégica que influye significativamente en la eficiencia operativa, costos y seguridad. Tradicionalmente, se han priorizado factores económicos y logísticos; sin embargo, la creciente preocupación por la seguridad en el proceso de selección de emplazamientos.

El análisis multicriterio (AMC) emerge como una herramienta eficaz para integrar múltiples factores en la toma de decisiones complejas, en el contexto actual, donde las industrias enfrentan desafíos relacionados con la sostenibilidad, la responsabilidad social y la gestión de riesgos, es imperativo considerar aspectos de seguridad desde las etapas iniciales de planificación.

La elección de una ubicación adecuada no solo afecta la rentabilidad, sino también la capacidad de respuesta ante emergencias, la protección del personal y la minimización de impactos negativos en la comunidad circundante.

Este estudio se centra en la aplicación de metodologías de AMC, específicamente el proceso analítico jerárquico (AHP) y PROMETHEE, para evaluar alternativas de localización de instalaciones industriales, integrando criterios de seguridad industrial.

Se busca proporcionar un marco estructurado que facilite la toma de decisiones informadas y alineadas con los objetivos de seguridad y sostenibilidad.

La seguridad industrial es un elemento transversal que debe abordarse no como una exigencia regulatoria aislada, sino como un eje de la planificación estratégica empresarial, el presente estudio tiene como objetivo analizar la incorporación de criterios de seguridad dentro de los procesos de evaluación multicriterio para la localización de nuevas instalaciones industriales.

El objetivo de esta investigación es Analizar la aplicación de metodologías de análisis multicriterio en la localización de instalación industriales, enfocándose en criterios de seguridad industrial y evaluar su efectividad en la toma de decisiones estratégicas. Mediante los objetivos específicos 1 Aplicar el método del proceso analítico jerárquico, 2 Desarrollar un análisis comparativo mediante el método PROMETHEE y Determinar la ciudad óptima para la instalación de una planta industrial en el Ecuador.

Marco teórico

Según (Mulder, 2010) El análisis multicriterio (AMC) es una herramienta metodología utilizada para la toma de decisiones complejas que involucran varios criterios, algunos de naturaleza cuantitativa y otros cualitativa, su utilidad radica en permitir comparar distintas alternativas de manera estructurada, integrando factores económicos, sociales ambientales y de seguridad.

Según (Medina, R.L, & G.A, 2009) nos dice que en el contexto de la localización de instalación industriales, el análisis multicriterio se presenta como un recurso esencial para considerar simultáneamente criterios de riesgo, logística, impacto ambiental, accesibilidad y regulaciones normativas.

Según (Mulder, 2010) El análisis multicriterio puede implementarse mediante diversas técnicas, entre las que sobresalen el proceso analítico jerárquico, ideado por thomas saaty que facilita la asignación de pesos relativos a cada criterio a través de comparaciones parciales.

Según (Elvis Hernandez, 2013) nos dice que otra metodología habitual es promethee organización de rango de preferencias para evaluaciones de enriquecimiento, que facilita la ordenación de alternativas basándose en una función de preferencia, en ambas situaciones, el propósito de tomar decisiones a elegir la alternativa más adecuada teniendo en cuenta una variedad de factores.



Según (Medina, R.L, & G.A, 2009) nos dice que, en la determinación de la ubicación industrial, se pueden tener en cuenta desde la accesibilidad de infraestructura hasta el peligro de catástrofes naturales. En todas las situaciones, el AMC ofrece un marco sólido y adaptable para incluir información variada, valorarla en función de su importancia y lograr una solución ideal.

Componentes Esenciales Del Amc

La aplicación del Análisis multicriterio implica la estructuración del problema en varias etapas que facilitan una evaluación sistemática y transparente (Romero, 2021)

DEFINICIÓN JERÁRQUICA DEL PROBLEMA

Se establece la meta principal, los criterios relevantes y las alternativas posibles. Esta estructura se asemeja a un árbol de decisiones (Elvis Hernandez, 2013)

Ponderación De Criterios

Se asignan pasos relativos a cada criterio, en AHP se realiza mediante comparaciones pareadas usando una escala de importancia relativa de 1 a 9, este proceso permite reflejar la importancia de la seguridad frente a otros criterios como el costo o la logística (Adel Mendoza, 2019)

Evaluación De Alternativas

Cada sitio potencial se califica de acuerdo con los criterios definidos. Las calificaciones pueden provenir de datos técnicos, opiniones de expertos o datos históricos. (Lopez, 2019)

Análisis De Sensibilidad

Se modifican los pesos de los criterios para observar si la solución elegida sigue siendo la óptima, esto ayuda a validar la robustez de la decisión final (Mulder, 2010)

Amc En Localización: Combinación De Slp, Ahp E Idl

En el campo de la ingeniería industrial, se ha desarrollado un enfoque combinado que une el SLP (Systematic Layout Planning), el AHP y el índice de desempeño del Layout (IDL). Esta combinación permite realizar un análisis multicriterio para decidir no solo donde ubicar una planta, sino que también como distribuir internamente sus áreas. (Serrano, 2021)

El SLP organiza los espacios en función de flujo de materiales, la proximidad deseada entre departamentos y la seguridad operativa, el AHP por su parte, se utiliza para ponderar criterios como el acceso a servicios, el nivel de riesgo ambiental y la distancia a zonas urbanas, el IDL se utiliza para evaluar la eficiencia general del diseño considerando la seguridad, eficiencia operativa y costos. (Serrano, 2021)

Un IDL inferior a 0.6 sugiere que el diseño requiere una reconfiguración para ser seguro y funcional.

Seguridad Industrial Integrada Al Amc

Dentro del marco de la ubicación de instalaciones industriales, no se puede considerar la seguridad industrial como un factor secundario. Debe incorporarse al análisis multicriterio como un elemento esencial, la seguridad abarca factores como la cercanía a fuentes de peligro, la presencia de infraestructuras de emergencia y la estabilidad geotécnica del suelo. (Lopez, 2019)

Cuando se incorpora al análisis multi criterio la seguridad puede ser evaluada en conjunto con elementos financieros, por ejemplo, una localización asequible, pero con elevado riesgo de terremotos puede ser desestimada si la seguridad es mas importante que el costo. (F, 2021)



Algunas perspectivas mixtas, como el modelo sinérgico de Brown & Gibson, facilitan la fusión de criterios numéricos para una toma de decisiones más holística., así, la seguridad industrial no se reduce a una variable de análisis, sino que se transforma en un eje central de toda la toma de decisiones. (Medina, R.L, & G.A, 2009)

Herramientas Geoespaciales

Un uso más actualizado del análisis multicriterio es su integración con los sistemas de información geográfica, esta sinergia posibilita la evaluación de criterios especiales a través de mapas digitales, proporcionando una representación visual y exacta de los datos. (Rodriguez, 2020)

Con los sistemas de información geográfica, se pueden interconectar niveles de información tales como:

Mapeos de amenazas naturales (inundaciones, sismos)

Estructura actual (vías, redes de electricidad, plantas de tratamiento)

Zonación ambiental (cerca de reversas, cuerpos acuáticos)

Un caso ilustrativo es la investigación llevada a cabo en ecuador para evaluar la posible localización de una planta nuclear, en la que se incorporaron factores como la calidad territorial, el acceso a recursos de agua y lejanía a núcleos de población, este método facilita una elección territorial que mejora la seguridad y la eficacia logística desde un punto de vista espacial. (Romero, 2021)

Criterios De Seguridad En La Localizacion De Plantas Industriales

para evaluar correctamente un emplazamiento desde la seguridad industrial, se deben considerar al menos los siguientes criterios:

Riesgos de accidentes mayores: cercanía a fuentes de materiales peligrosos

Infraestructura de respuesta ante emergencia: Proximidad a bomberos, hospitales, ruta de evacuación

Normativa y zonificación legal: compatibilidad del uso del suelo industrial con las regulaciones vigentes

Topografía y climatología: Factores físicos que puedan aumentar la vulnerabilidad ante incendios, sismos o inundaciones

Distancia a zonas pobladas: Para reducir impactos potenciales ante fallas catastróficas

La ubicación de una fábrica representa una elección estratégica con repercusiones técnicas, sociales, económicas y principalmente, de seguridad. Establecer el lugar adecuado no solo aspira a reducir los gastos de producción y distribución sino también a disminuir los peligros a los que pueden estar expuestos los empleados, la población vecina y el entorno natural (Romero, 2021)

(J.R, R.L, & G.A, 2009) , en su investigación divulgada por Scielo subrayan que una correcta selección del sitio puede prevenir accidentes serios asegurar el cumplimiento de las leyes y promover un funcionamiento constante y seguro.

Uno de los primeros factores a tener en cuenta al ubicar las plantas es el ambiente geográfico. Es necesario eludir áreas susceptibles a catástrofes naturales como inundaciones, sismos, erupciones de volcanes o huracanes, como también, es necesario definir distancias de seguridad en relación a áreas urbanas, cuerpos acuáticos, reservas naturales y otras zonas de alta vulnerabilidad. (Medina, R.L, & G.A, 2009)



Se aconseja mantener a una separación mínima de 25 km en relación a parques resguardados y de al menos 500 metros en situaciones de cuerpos de agua o planicies susceptibles a inundaciones adicionalmente se recomienda usar cinturones verdes alrededor de la planta para atenuar los posibles impactos contaminantes. (Moroni, 2021)

Otro factor esencial es la presencia de servicios fundamentales como el agua, la energía eléctrica, el gas, las telecomunicaciones y el acceso por medio de transporte terrestre o ferroviario, no solo asegura un funcionamiento eficaz, sino que también asegura condiciones seguras para el traslado de materias primas y productos finales. (Adel Mendoza, 2019)

Es necesario valorar la calidad del suelo para garantizar que las construcciones puedan mantenerse correctamente, reduciendo así el peligro de derrumbes o deformaciones, en este escenario es necesario realizar un análisis geotécnico previo sobre la topografía, la composición del terreno y la existencia de napas freáticas (Moroni, 2021)

Hoy en día, se emplean varias herramientas multicriterio para elegir el lugar más seguro, una de las estrategias más utilizadas es la fusión del SLP (planificación sistemática del Layout) con el AHP (proceso de jerarquía analítica) y el IDL (índice de rendimiento del Layout). Estas técnicas posibilitan el análisis desde el flujo interno de materiales hasta la separación entre zonas críticas, con una ponderación adaptable de acuerdo a la experiencia de especialistas. Según investigadores en Brasil, un IDL menor a 0.6 señala que el diseño es ineficaz y potencialmente peligroso (Adel Mendoza, 2019)

(Nobel & Ortiz, 2010) Otro criterio crucial es la seguridad en las operaciones, es necesario definir áreas de accesos limitado, vías de evacuación claramente demarcadas, lugares de reunión, señalización visible y procedimientos estándar para el manejo de maquinaria y materiales peligrosos. Una investigación llevada a cabo en fábricas, indica que la documentación exhaustiva de funciones y la asignación físicas de zonas críticas contribuyente a evitar incidentes de trabajo.

Según (Poy, 2009) dice que, de igual manera, la capacitación constante del personal en cuestiones de seguridad, la utilización correcta de EPP (equipos de protección personal) y la implicación directa de los empleados en la elaboración de procedimientos refuerzan la cultura de prevención, las investigaciones indican que cuando los trabajadores no participan en la creación de las normas, es más probable que estas se dejen de lado bajo presión de producción.

Incorporar la seguridad en la fase de diseño también conlleva anticipar los flujos internos de materiales, la organización de zonas administrativas, operativas y de servicios, así como la configuración de los sistemas de protección contra incendios, ventilación y control de derrames. Estos componentes deben ser considerados desde la etapa de micro localización posibilitando que el diseño arquitectónico y de ingeniería promueva un funcionamiento seguro y eficaz.

METODOLOGIA

La investigación se enmarca en un enfoque mixto, de carácter cualitativo – cuantitativo y de tipo descriptivo-analítico, ya que busca comprender y evaluar de manera integral los criterios de seguridad en la localización de instalaciones industriales. Como técnica principal se empleó el análisis documental, sustentado en la revisión de literatura científica, normativas internacionales y casos de estudio en América Latina y Europa, lo que permitió identificar criterios relevantes de seguridad y sostenibilidad.

Adicionalmente, se aplicaron técnicas de análisis multicriterio (AMC), específicamente el proceso analítico jerárquico (AHP) y el método PROMETHEE, que facilitaron la ponderación de criterios y la comparación de alternativas de localización. Entre los instrumentos utilizados destacan matrices comparativas para el AHP, funciones de preferencia para PROMETHEE y registros



bibliográficos sistematizados, los cuales permitieron recopilar, organizar y analizar datos sobre riesgos sísmicos, accesibilidad, infraestructura de emergencias, disponibilidad de recursos e impacto ambiental, esta combinación metodológica aseguro un análisis estructurado, transparente y replicable para selección de la ciudad mas optima en el contexto ecuatoriano.

Resultados

Aplicación Del Método Ahp

Riesgo Sísmico

Guayaquil

Situada en un área costera, encima de depósitos aluviales que potencian ondas de terremotos, históricamente ha experimentado intensos sismos, tal como el de 1942 de magnitud de 7.9 y el del año 2016 de magnitud 7.8, que provoco derrumbes en infraestructuras vitales. (Moroni, 2021)

Quito

Aunque no en la costa, el mismo terremoto del 2016 provoco deslizamientos y daños estructurales

Cuenca

Al estar en la sierra sur interandina, es menos afectada por grandes terremotos que la costa, lo que la coloca en una zona de menor exposición sísmica

Servicios De Emergencias Y Accesibilidad

Las principales urbes y capitales disponen de redes de hospitales y unidades de emergencia, quito sobresale por su infraestructura, en cambio, guayaquil sufre debido a una mayor densidad urbana, cuenca proporciona balance con amplia cobertura y menor carga urbana. (Adel Mendoza, 2019)

Se asignaron pesos basados en la comparación por pares, reflejando prioridades reales ante amenazas sísmicas

- Riesgo sismico: 41
- Accesibilidad: 21
- Disponibilidad de recursos: 17%
- Servicios de emergencia: 11%
- Impacto ambiental: 9%

Calificación de ciudades (escala de 1-9)

Criterio	Guayaquil	Quito	Cuenca
Riesgo Sísmico	3	5	8
Servicio de emergencia	6	8	7
Accesibilidad	9	6	5
Impacto Ambiental	5	6	8
Disponibilidad de recursos	7	8	6

Tabla 1 Aplicación del método AHP

Fuente: Los Autores

- Cuenca: 6.92
- Quito: 6.08
- Guayaquil: 5.34

Mediante el método de aplicación AHP podemos observar en el siguiente cuadro nos dice que cuenca se sitúa como la opción mas favorable debido a su bajo riesgo sísmico y buen balance de servicios e impacto ambiental

Aplicación Del Método Promethee



En un segundo ejercicio, se aplico promethee a las mismo alternativas, usando funciones de preferencia para cada criterio, este método permitió identificar la alternativa con mayor rendimiento en función de preferencias específicas, arrojando resultados similares al AHP, pero con mayor sensibilidad ante cambios en los pesos asignados.

CIUDAD	$\Phi (+)$	$\Phi (-)$	Φ neto
Cuenca	0.37	0.22	+0.15
Quito	0.34	0.24	+0.10
Guayaquil	0.23	0.48	-0.25

Tabla 2 Aplicación del método PROMETHEE

Fuente: Los Autores

Según lo que nos indica en el siguiente cuadro es que cuenca es la mas preferida, superando a las demás en la mayoría de criterios mientras que guayaquil presenta flujo negativo, indicativo de preferencia muy reducida debido a su alta exposición sísmica y vulnerabilidad ambiental

Ambos métodos destacan a cuenca como la opción mas segura para la instalación industrial esto se debe a:

- Riesgo sísmico reducido: es notablemente inferior en comparación con la costa
- Accesibilidad y servicios: exhibe un equilibrio apropiado sin las dificultades de aglomeración observadas en guayaquil o la elevada sismicidad de quito
- Ambiente saludable: Reducción de la polución y administración eficiente de los recursos naturales
- Flujos favorables en promethee evidenciando una evaluación más sólida y balanceada en cuanto a seguridad incorporada

Discusión

Los hallazgos de este estudio confirman que la aplicación de metodologías multicriterio, como el AHP y PROMETHEE, constituye una herramienta robusta y eficaz para la selección de emplazamientos industriales en contextos complejos como el ecuatoriano. Tal como señalan Mulder (2010) y Medina et al. (2009), la fortaleza del AMC radica en su capacidad de integrar factores de distinta naturaleza –técnicos, ambientales, sociales y de seguridad– en un marco de decisión estructurado. En este sentido, los resultados obtenidos muestran coherencia con la literatura, al destacar que la inclusión de criterios de seguridad industrial desde la etapa inicial de planificación permite una selección más sostenible y menos vulnerable a riesgos operativos.

La coincidencia entre los métodos AHP y PROMETHEE en identificar a Cuenca como la alternativa más segura y equilibrada refuerza la validez de los criterios empleados y la confiabilidad del análisis. Mientras que el AHP evidenció una ponderación marcada del riesgo sísmico y la accesibilidad, PROMETHEE permitió corroborar estas conclusiones con un mayor nivel de sensibilidad frente a cambios en las ponderaciones, lo que otorga solidez al proceso decisivo. Estos resultados son consistentes con las recomendaciones de Hernández (2013), quien resalta la utilidad de PROMETHEE para afinar la jerarquización de alternativas en escenarios multicriterio. Sin embargo, el análisis también pone de manifiesto ciertas limitaciones inherentes a los métodos utilizados. Por ejemplo, la ponderación de criterios en AHP depende en gran medida de juicios expertos, lo cual puede introducir sesgos subjetivos. Asimismo, PROMETHEE, si bien permite mayor flexibilidad en el uso de funciones de preferencia, requiere un cuidadoso ajuste de parámetros para evitar interpretaciones parciales. Este aspecto resalta la necesidad de complementar ambos métodos con herramientas adicionales, como los sistemas de información geográfica (SIG), que posibiliten una representación espacial más precisa de las variables, tal como sugieren Rodríguez (2020) y Romero (2021).



Otro elemento relevante es la integración de la seguridad industrial como eje transversal en la localización de instalaciones. Los resultados confirman que factores como el riesgo sísmico, la disponibilidad de servicios de emergencia y la accesibilidad tienen un peso decisivo frente a criterios tradicionalmente priorizados, como el costo logístico. Este hallazgo coincide con las perspectivas de López (2019) y Poy (2009), quienes subrayan que la omisión de la seguridad en las fases de diseño puede comprometer tanto la viabilidad técnica como la sostenibilidad social de los proyectos.

Finalmente, la investigación plantea implicaciones significativas para la práctica profesional y la política pública. En el ámbito académico y empresarial, se evidencia la necesidad de fortalecer la formación de ingenieros y especialistas en seguridad industrial en el uso de metodologías multicriterio, promoviendo una cultura de prevención y sostenibilidad. A nivel institucional, la adopción de estos enfoques podría incorporarse en manuales técnicos y normativas de planificación territorial, de modo que la localización industrial no solo responda a criterios económicos, sino que integre de manera sistemática la reducción de riesgos y la protección del entorno.

Conclusiones

- La localización de instalaciones industriales debe considerar criterios de seguridad desde su etapa de planificación inicial
- El uso de metodologías AMC como AHP y promethee es altamente eficaz para integrar criterios de distintas naturalezas en decisiones complejas
- La evaluación combinada de aspectos técnicos, legales, ambientales y sociales permite seleccionar emplazamientos mas sostenibles y seguros
- Se recomienda fortalecer las capacitaciones de profesionales de ingeniería y seguridad industrial en el uso de estas metodologías

Recomendaciones

- Integrar el AMC en los manuales técnicos de seguridad industrial para la toma de decisiones estratégicas
- Implementar sistemas de información geográfica (SIG) en conjunto con AMC para obtener una visión mas integral del entorno
- Actualizar periódicamente los pesos asignados a los criterios según el contexto normativo y técnico

Bibliografía

- Adel Mendoza, C. S. (2019). *Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos*. Arica: ISSN07183305.
- Elvis Hernandez, C. R. (2013). *Jerarquización de proyectos de ingeniería para el sector público bajo el enfoque de análisis multicriterio basado en los métodos PROMETHÉE*. Caracas: ISSN 0798-4065.
- F, E. (2021). *Gestion de riesgos y emergencias en la industria*. Mexica: ISBN9786077073526.
- J.R, M., R.L, R., & G.A, P. (2009). *Localizacion de una planta industrial: revision critica y adecuacion de los criterios empleados en esta decision* . Mexico: ISSN 1665-2738.
- L, G. (2019). *Seguridad industrial y control de riesgos* . Bogota : ISBN9789587921075.
- Lopez, B. S. (30 de agosto de 2019). *Ingenieria Industrial*. Obtenido de Ingenieria Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/diseno-y-distribucion-en-planta/metodos-de-localizacion-de-planta/>



- Medina, J., R.L, R., & G.A, P. (2009). *Localizacion de una planta industrial: revision critica y adecuacion de los criterios empleados en esta decision.* Mexico: ISSN 1665-2738.
- Moroni, H. B. (2021). *Analisis multicriterio para determinar la fertilizacion del cultivo de arroz aplicando SIG.* Guayaquil: Universidad agraria del ecuador .
- Mulder, K. (2010). *Desarrollo sostenible para ingenieros.* España: ISBN: 9788483018927.
- Nobel, Q., & Ortiz, A. (2010). *Gestión de seguridad y salud en el trabajo: aplicación en las Pymes industriales.* Puerto Ordaz: ISSN 2542-3401.
- Poy, C. D. (2009). *Seguridad y salud laboral, seguridad industrial : desafíos de un enfoque de prevención sustentable.* sao pablo : Laboreal.
- Rodriguez, M. J. (2020). Localizacion optima de plantas industriales considerando criterios de seguridad. *Ingenieria Industrial.*
- Romero, L. N. (2021). *Estudio multicriterio para la ubicacion de una planta nuclear en ecuador.* Ecuador: ISSN 24779253.
- Serrano, S. C. (2021). *Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales.* Toluca: ISSN 24486183.
- T.L, S. (1980). *The analytic Hierarchy Process .* New York: ISBN9780070543713.

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.