

INGENIERÍA DEL DISEÑO INCLUSIVO: APLICACIÓN DEL MÓDELO AHP PARA HACER DEL TURISMO UN CAMINO COMPARTIDO

INCLUSIVE DESIGN ENGINEERING: APPLYING THE AHP MODEL TO MAKE TOURISM A SHARED PATH

Mohedano Torres Enrique de Jesús

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0000-0002-0219-5038>

enrique.mt@pachuca.tecnm.mx

Gutiérrez Martínez Héctor Luis

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0007-7820-9575>

hector.gm@pachuca.tecnm.mx

Santillán Arroyo Mariana

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

<https://orcid.org/0009-0006-7480-3633>

msantillan@upmh.edu.mx

Segura Juárez Alejandra

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0005-5481-1532>

L20200728@pachuca.tecnm.mx

Domínguez Tabera Alba Guadalupe

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0007-6837-8842>

l20200127@pachuca.tecnm.mx

Resumen--El turismo inclusivo requiere herramientas ingenieriles que permitan evaluar y priorizar intervenciones de accesibilidad. Este estudio aplica el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para optimizar los recorridos y la movilidad autónoma de personas usuarias de silla de ruedas en Parques turísticos de México, con base en la norma ISO 21542:2011.

Respecto a lo mencionado el objetivo fue jerarquizar criterios de accesibilidad física, evaluar el cumplimiento normativo en 62 atracciones y medir el efecto de un sistema de mapeo inclusivo en tiempos de desplazamiento, orientación espacial y autonomía de usuarios en silla de ruedas.

Por esta razón, se llevó a cabo, una investigación mixta con tres fases: (1) definición de criterios y matrices de juicio AHP (escala 1–5), cálculo de vector de prioridades y validación de consistencia (CI y $CR < 0.10$); (2) evaluación normativa mediante checklist ISO 21542:2011; (3) definición de KPIs para seguimiento. Se realizó una prueba piloto para verificar claridad, viabilidad y confiabilidad del instrumento.

Posteriormente, la pendiente de acceso mostró el mayor peso relativo (0.81). Tras la intervención, el tiempo promedio de desplazamiento se redujo de 92 a 48 minutos (–48%), aumentó el nivel general de accesibilidad (55% a 82%) y la autonomía percibida pasó de media a alta.

En conclusión, el Proceso Analítico Jerárquico es válida como herramienta efectiva y replicable para la priorización y optimización de accesibilidad física en turismo. La combinación AHP+ISO 21542 traduce observaciones cualitativas en decisiones cuantificables, fortaleciendo la ingeniería del diseño inclusivo.

Palabras clave-- Accesibilidad, Diseño industrial; Grupo desfavorecido; Modelo matemático; Turismo cultural.

Abstract-- Inclusive tourism requires engineering tools capable of evaluating and prioritizing accessibility interventions. This study applies the Analytic Hierarchy Process (AHP) to optimize routes and promote the autonomous mobility of wheelchair users at tourist parks in Mexico, based on the ISO 21542:2011 standard.

Accordingly, the objective was to prioritize physical accessibility criteria, assess normative compliance across 62 attractions, and measure the effect of an inclusive mapping system on travel time, spatial orientation, and user autonomy for wheelchair users.



For this reason, a mixed-method investigation was conducted in three phases: (1) definition of criteria and AHP judgment matrices (1–5 scale), calculation of the priority vector, and consistency validation (CI and CR < 0.10); (2) normative evaluation using the ISO 21542:2011 checklist; and (3) definition of KPIs for monitoring. A pilot test was conducted to verify the clarity, feasibility, and reliability of the instrument.

Subsequently, the access slope showed the highest relative weight (0.81). After the intervention, the average travel time decreased from 92 to 48 minutes (–48%), the overall accessibility level increased from 55% to 82%, and perceived autonomy rose from medium to high.

In conclusion, the Analytic Hierarchy Process proves to be an effective and replicable tool for prioritizing and optimizing physical accessibility in tourism. The combination of AHP and ISO 21542 translates qualitative observations into quantifiable decisions, strengthening inclusive design engineering.

Keywords-- Accessibility, Industrial design; Disadvantaged group; mathematical model; Cultural tourism.

INTRODUCCIÓN

El turismo accesible representa un área prioritaria en la ingeniería del diseño, ya que requiere soluciones verificables que aseguren autonomía, seguridad y confort para personas con discapacidad (Organización Mundial del Turismo [UNWTO], 2020). En México, donde aproximadamente 7.7 millones de personas viven con alguna discapacidad lo que equivalente al 6.1 % de la población total según el Censo de Población y Vivienda 2020 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020), la creciente afluencia a destinos de alta concurrencia, como parques turísticos, exige modelos de evaluación que conviertan la experiencia de usuarios en silla de ruedas en decisiones técnicas fundamentadas. Por ello, se propone la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), un método estructurado de toma de decisiones multicriterio (Saaty, 2008), para priorizar criterios de accesibilidad física y orientar intervenciones de alto impacto.

Por lo que la falta de inclusión en centros turísticos representa una problemática significativa para personas con discapacidad o en situación de vulnerabilidad, al limitar su acceso equitativo y generar exclusión social y económica. En México, muchos sitios turísticos carecen de infraestructura adecuada,

como rampas, señalización táctil o baños adaptados, lo que impide la autonomía y seguridad de estos visitantes (World Health Organization [WHO] & World Bank, 2011).

En este sentido, el enfoque en usuarios de sillas de ruedas es un referente excelente para evaluar y mejorar la accesibilidad general en el turismo inclusivo, ya que el uso de sillas de ruedas tiene el impacto más profundo en los requisitos de características y soportes de accesibilidad, impulsando adaptaciones comprensivas como estacionamientos accesibles, baños adaptados y elevadores que benefician a una diversidad de necesidades, incluyendo grupos con múltiples discapacidades.

En este contexto, datos específicos destacan que, por ejemplo, en el turismo entrante en el Reino Unido, el número de visitantes que requieren sillas de ruedas creció un 136% desde 2010, representando 759,000 viajes y generando £552 millones en gastos, lo que subraya su rol como indicador clave para aumentar visitas, ingresos y reducir barreras de participación para el 19% de la población con impedimentos de salud. Esta barrera no solo vulnera el derecho a la recreación universal reconocido en la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (Naciones Unidas, 2006), sino que también reduce la competitividad de los destinos turísticos al excluir a un segmento creciente de viajero

Por tanto, este proyecto se realizó por medio de investigación de enfoque cuantitativo, el cual, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Dr. Roberto Hernández Sampieri, 2014); así como de enfoque cualitativo, este utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Dr. Roberto Hernández Sampieri, 2014). En consecuencia, la presente investigación se vuelve mixta.

MÉTODO

La metodología del artículo se basa en una revisión sistemática obtenida mediante la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que guio la selección y análisis de treinta y tres investigaciones nacionales e internacionales sobre diseño inclusivo, accesibilidad en entornos urbanos y turísticos, y métodos multicriterio en toma de decisiones espaciales, publicadas entre 2016 y 2025 en bases de datos como Google Académico, ScienceDirect, SciELO, Redalyc y Refseek (Page et al., 2021).

Tabla 1. Reporte de los estudios de investigación.

| Título | Objetivo | Limitantes | Metodología | Resultados | Análisis |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|---|---|
| Diseño inclusivo y accesibilidad del | Contribuir al desarrollo de | Financiamiento del diseño inclusivo. | Utiliza la metodología de Diseño inclusivo, la cual | En infraestructuras, hay un claro avance en | La mayor diferencia a resaltar es que el caso |

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|---|
| entorno construido en Medellín, Colombia. | conocimiento contextualizado sobre los factores que definen un entorno urbano inclusivo en países de ingresos bajos y medios, a través de la colaboración directa con comunidades locales, el sector productivo y los responsables de la formulación de políticas públicas. | ·Cambio cultural en la ciudad. ·Presencia de pocos participantes para representar a un grupo en particular por tipo de discapacidad. | tiene el enfoque de crear productos y servicios para todas las personas, sin importar su capacidad, género, raza, edad o condición, involucrando a usuarios diversos en el proceso de diseño. | accesibilidad en algunos sectores. Sin embargo, no está bien sincronizado. Se ha dado alta prioridad a los parques y espacios verdes en términos de inclusión y por el contrario los proyectos de vivienda social no son tan accesibles. | presentado es un caso de estudio urbano dentro de un contexto latinoamericano con retos topográficos, sociales y de gestión pública, mientras que el caso del proyecto planteado se centra en una empresa privada y un espacio turístico específico donde su objetivo es mejorar la accesibilidad interna y la experiencia de los visitantes con discapacidad. |
| Diseño inclusivo: evolución hacia ciudades patrimoniales accesibles. Aplicaciones metodológicas en Guanajuato, México. | Exponer la metodología de diseño inclusivo SPA (Sentir, Pensar, Actuar) basada en que estudiantes experimenten las condiciones de discapacidad y del entorno social donde viven, y generen propuestas multidisciplinarias hacia la evolución de una sociedad inclusiva. | Modificación en los parámetros culturales del diseño urbano, arquitectónico, industrial, gráfico y los servicios turísticos en entornos patrimoniales. | Metodología SPA (Sentir, Pensar, Actuar), se centra en entender la problemática socio- espacial, cultural y social desde el punto de vista de las personas que atraviesan o tienen alguna discapacidad. La aplicación de esta metodología implicó la sensibilización directa de los participantes en el análisis de las condiciones socio- espaciales y la valoración de los estímulos del entorno, con vistas a lograr propuestas de configuración de ambientes inclusivos. | Con base a la metodología aplicada se obtuvieron propuestas de diseño inclusivo y accesibilidad universal como: ·Rampas de acceso. ·Módulos de audio. ·Señalética para personas con discapacidad visual. ·Baños especiales para usuarios en silla de ruedas. ·Seguridad a usuarios al participar en aquellas actividades aptas para su discapacidad o diseñadas específicamente para dichas discapacidades. | Ambos trabajos se enfocan en el diseño inclusivo, sin embargo, el realizado en Guanajuato maneja la metodología (SPA: Sentir, Pensar, Actuar) para enseñar el diseño inclusivo a estudiantes, fomentando empatía. Mientras que el realizado en zona turística maneja la metodología Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) para mejorar la accesibilidad mediante el diseño de mapas de movilidad. |
| Diseño de una metodología para la localización de infraestructura peatonal para personas en condición de discapacidad. | Diseñar y estudiar de una metodología que permita calcular el índice de caminabilidad de las personas con discapacidad, considerando variables como la infraestructura peatonal, pendientes peatonales, entre otros; evaluando la infraestructura vial en la ciudad de Barranquilla para así, incentivar la caminata como un modo de transporte amigable con usuarios en condición de discapacidad. | ·La muestra poblacional no se concentra únicamente en personas con discapacidad. | Diseño del índice de caminabilidad (Walkability Index), combina la evaluación de factores objetivos (infraestructura) y subjetivos (percepción) para medir qué tan amigable es un entorno urbano para los peatones. | Se creó y conoció el índice de accesibilidad peatonal enfocada a las personas con discapacidades en tres vías de gran importancia en la ciudad de Barranquilla, así como el modelo de cómo se encuentra actualmente los andenes en la ciudad de Barranquilla respecto a la caminabilidad para las personas discapacitadas. En promedio las condiciones de caminabilidad que actualmente presenta la ciudad son en términos malos. | La presente investigación en Barranquilla se centra en evaluar la infraestructura peatonal urbana para personas con discapacidad, con un enfoque de diagnóstico, mientras que el del centro turístico busca mejorar la experiencia del mismo tipo de usuario, pero en un ámbito turístico. |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Nota. Creación propia. (2025). Obtenido de: Agovino, M., Casaccia, M., Garofalo, A. & Marchesano, K. (2017). Turismo y discapacidad en Italia. Límites y oportunidades.; Apaza, C. M., Távora, A.P., Sancho, C., Chávez, A. & Martínez, I. V. (2025). Accesibilidad turística en un circuito de playa: ¿Un turismo para todos es realmente para todos?.; Barrios, E.A. & Mendoza, V.A. (2020). Diseño de una metodología para la localización de infraestructura peatonal para personas en condición de discapacidad.; Castellano, E. (2020). Turismo Accesible en la isla de Gran Canaria: situación actual.; Clemente, J.A., Bote, M. & Sánchez, P. (2018). El turismo social accesible como nuevo modelo turístico.; Cruz, A. M., Bello, E., Enríquez, P. L., & Mondragón, R. (2019). Percepción del turismo accesible para personas con discapacidad, el caso del Centro Ecoturístico El Arcotete, Chiapas–México.; Domínguez, E. (2023). Mapa de distribución de geodiversidad de Quintana Roo, México.; Duignan, M. B., Brittain, I., Hansen, M., Fyall, A., Gerard, S., & Page, S. (2023). Leveraging accessible tourism development through mega-events, and the disability-attitude gap.; GDI Hub, (2023). Diseño inclusivo y accesibilidad del entorno construido en Medellín, Colombia.; Guzmán, A., Ordaz, V.Y. & Jaramillo, S. (2022) Diseño inclusivo: evolución hacia ciudades patrimoniales accesibles. Aplicaciones metodológicas en Guanajuato, México.; Hernández, F., Hernández, Y., & Rodríguez, M. (2021). Hacia un turismo inclusivo en los hoteles comercializados por ECOTUR en La Habana y Varadero.; Heylighen, A., Linden, V.V. & Steenwinkel, I.V. (2017). Diez preguntas sobre el diseño inclusivo del entorno construido.; Ibarra, J. J., & Panosso, A. (2016). Artículos científicos sobre turismo para personas con discapacidad en revistas Iberoamericanas de turismo. Una propuesta de categorización.; López, S.C., Chung, P. & Ramírez M.P. (2025). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales.; Loyola, F. A., Puertas, S.C. & Rengifo, I. D. (2018). Servicio de movilidad accesible para personas con discapacidad motriz, visual y/o auditiva en Lima Metropolitana.; Malucín, W., Carrión, A., & García, E. (2019). Turismo accesible para personas con discapacidad física. Caso: cantón Salinas.; Matamoros, E. O., Tejida, R. & Morales O. (2019). La inclusión social de las personas con discapacidad en el sistema turístico del Centro Histórico de la Ciudad de México: diseño de un modelo sistémico de innovación.; Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & García, D. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos.; Mulligan, K., Calder, A., & Mulligan, H. (2018). Inclusive design in architectural practice: Experiential learning of disability in architectural education.; Neves, R. de A., Brasileiro, T. S. A., & Ramos, S. P. (2022). Políticas públicas de acessibilidade em turismo no Brasil.; Paz, J.A., González, R., Gómez, M. & Velasco J.A. (2017). Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.; Plena inclusión España. (2018). Cómo crear planos y mapas accesibles.; Porto, N., & Rucci, A. C. (2019). Accesibilidad en turismo: Diagnóstico, voluntad política y acciones.; Rodríguez, D., Clemente, J.A. & Solano, J.C. (2025). Construyendo destinos accesibles. Turismo, transporte y discapacidad en Europa.; Rubio, L., Ullán, F. J. & García, H. (2025). ¿Qué frena el proceso? Análisis de los obstáculos al turismo accesible desde la perspectiva de las partes interesadas.; Salinas, M. P., & Navarro Drazich, D. (2023). Turismo accesible en áreas protegidas de Mendoza, Argentina.; Sánchez Ruiz, J., & Paladines Sarango, T. (2021). Perfil del turista con capacidades especiales: Caso de estudio Parque



Nacional Yacurí de la provincia de Loja–Ecuador.; Sánchez, J., Loarte, M., & Caisachana, D. (2020). Turismo accesible e inclusivo en el Ecuador, frente al turismo accesible en otros países.; Sandoval, A. L., Chacón, M. A., León, R., & Fariango, D. D. (2021). Enrutamiento inteligente para usuarios con discapacidad: estado del arte.; Tite-Cunalata, G. M., Carrillo Rosero, D. A., & Ochoa Ávila, M. B. (2021). Turismo accesible: Estudio bibliométrico.; Tite-Cunalata, G., Ochoa, M., Carrillo, D., & Tustón, V. (2021). Dimensiones para la gestión del turismo accesible en complejos turísticos del Ecuador.; Tolentino, G. (2016). Movilidad cotidiana de personas con discapacidad física y la producción de representaciones sociales sobre la metrópoli de la Ciudad de México.; Vargas, F. & Albán C. L. (2015). Accesibilidad para personas con discapacidad en atractivos turísticos. Caso de estudio: Santa Marta, Colombia.

La tabla anterior ofrece un análisis comparativo estructurado de estudios clave sobre diseño inclusivo y accesibilidad en contextos urbanos y turísticos latinoamericanos, lo que enriquece la revisión de literatura en proyectos enfocados en el turismo accesible. Esta herramienta tabular permite una lectura fluida al organizar columnas como Título, Objetivo, Limitantes, Metodología, Resultados y Análisis, facilitando la identificación de similitudes y diferencias con el enfoque propio del proyecto, que utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para priorizar intervenciones en entornos turísticos.

Entre sus fortalezas destaca la relevancia temática, ya que los estudios abordan discapacidades motoras y sensoriales, alineándose con el énfasis en usuarios de sillas de ruedas, y resalta intervenciones prácticas como rampas y señalética, que podrían aplicarse en parques turísticos mexicanos. Además, la inclusión de limitantes añade una perspectiva crítica, reconociendo desafíos como el financiamiento o muestras limitadas, lo que promueve un enfoque realista en el diseño inclusivo.

De acuerdo al análisis elaborado, existen diferentes metodologías que se enfocan en la accesibilidad y el diseño inclusivo, por ejemplo, el Diseño Inclusivo y la metodología SPA (Sentir, Pensar, Actuar), orientadas a la empatía y la co-creación con usuarios diversos (Guzmán Ramírez et al., 2022; GDI Hub, 2023); la Metodología de Sistemas Suaves (MSS), empleada en contextos turísticos complejos para identificar interrelaciones sociales y estructurales (Matamoros Hernández et al., 2019); el Análisis Multicriterio y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

Aplicados a la elaboración de mapas temáticos, localización de infraestructuras y evaluación de accesibilidad (Domínguez-Herrera, 2023; López Serrano et al., 2025), el Análisis de Partes Interesadas y los cuestionarios estructurados a expertos, útiles para comprender los factores sociopolíticos que obstaculizan o promueven el turismo accesible (Rubio-Escuderos et al., 2025; Rodríguez Guillén et al., 2025).

En consecuencia y atendiendo el objetivo principal, la metodología AHP fue la herramienta inicial utilizada para jerarquizar criterios de accesibilidad según cinco perfiles de discapacidad: física, movilidad reducida, visual, auditiva y cognitiva.

Por tanto, la investigación es con enfoque mixto combina métodos cuantitativos, que involucran la recolección de datos numéricos para probar hipótesis mediante medición y análisis estadístico (Hernández Sampieri et al., 2014), con métodos cualitativos para refinar preguntas de investigación a través de la interpretación de datos. Se emplea una prueba estadística con muestreo no probabilístico, específicamente mediante la incorporación de juicios de expertos seleccionados por conveniencia para evaluar criterios de accesibilidad en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), calculando índices de consistencia (CI) y razones de consistencia (CR) para validar la coherencia de las valoraciones (Saaty, 2008; Mendoza et al., 2019). Derivado de esto, se realiza una prueba de pilotaje a conveniencia para verificar la viabilidad del instrumento de investigación, como el checklist normativo basado en ISO 21542:2011, permitiendo ajustes en la evaluación de 62 atracciones turísticas antes de su aplicación definitiva (Hernández Sampieri et al., 2014). Con base al objetivo principal de este proyecto se busca optimizar y agilizar la creciente afluencia de personas con condiciones de movilidad, mediante el uso de una herramienta de calidad de servicio, midiendo así la distribución urbana, por lo que, para lograr esto es importante ponderar aquellos factores relevantes de acuerdo con los objetivos planteados.

DESARROLLO

Dado que, el método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) se basa en la comparación de elementos, con lo cual, además de permitir valorar las diferentes alternativas, permite establecer por comparaciones la importancia relativa de cada criterio respecto al resto y establecer prioridades de los elementos en cada nivel, ponderándolas de acuerdo con la escala de comparación de Saaty para obtener las prioridades globales frente al objetivo principal (Osorio Gómez y Orejuela Cabrera, 2008). Además, se incorporaron las preferencias de expertos en el tema para evaluar los elementos de la jerarquía que cuelgan de un nodo común.

Para ejecutar esta metodología, se realizaron las siguientes dos fases:

1. Definición de criterios.
2. Evaluación normativa de atracciones.

Fases de implementación del modelo AHP

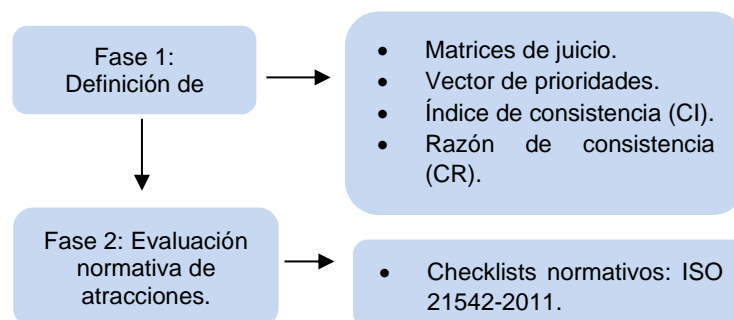


Figura 1. Fases de implementación del Proceso analítico Jerárquico AHP.

Nota. Creación propia (2025).

1. Fase 1: Se definieron los criterios específicos por tipo de discapacidad, para así construir matrices de juicio del 1 al 5 (rango de valoración) haciendo así la normalización de los datos y de esta manera calcular el vector de prioridades, es decir el peso el cada criterio y como último la verificación del índice de consistencia < 0.10 para garantizar la validez del análisis. (Calderon, 1992).

Posteriormente, se realizó la evaluación de la coherencia de los juicios asignados por los expertos calculando el índice de consistencia (CI). Este valor es utilizado como referencia para establecer un umbral aceptable de consistencia. (Mendoza, 2019). Por último, se calculó de la razón de consistencia (CR).

Tabla 2. Criterios AHP para la accesibilidad en silla de ruedas

| Criterio técnico | Descripción | Justificación ergonómica / normativa |
|------------------------------|---|---|
| Pendiente de acceso | Rampa con inclinación máxima recomendada del 8% y descansos cada 9 m. | Minimiza esfuerzo propulsivo y riesgo de retroceso; ISO 21542:2011. |
| Ancho libre de paso | ≥ 0.90 m circulación; ≥ 1.50 m para giro. | Garantiza cruce y giro de 360°; ISO 21542:2011. |
| Superficie de desplazamiento | Continua, firme y antideslizante. | Reduce deslizamiento y vibraciones; seguridad y confort. |
| Señalización visual | Alto contraste, pictogramas y tipografía legible. | Facilita orientación y lectura a distancia. |

| | | |
|-------------------------|-------------------------------------|--|
| Espacio de aproximación | Acceso frontal libre de obstáculos. | Permite aproximación y maniobra segura junto a dispositivos. |
|-------------------------|-------------------------------------|--|

Fuente: *Elaboración propia con base en ISO 21542:2011 y matrices AHP.*

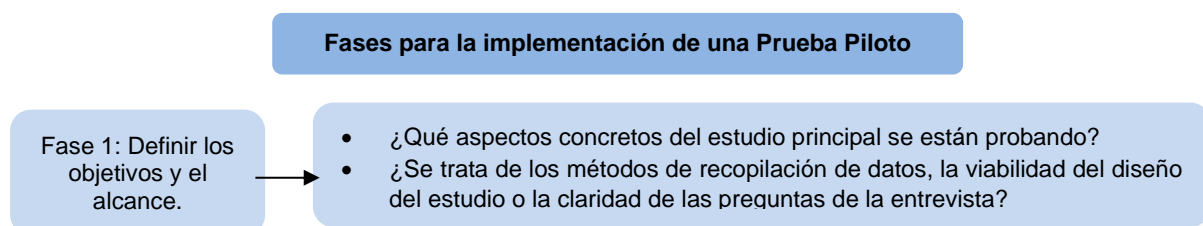
2. Fase 2: Evaluación normativa de cada atracción, una vez jerarquizados los criterios mediante la metodología AHP, se valida su nivel de cumplimiento específicamente en las 62 atracciones que conforman el Parque turístico, esto mediante una herramienta de diagnóstico estructurada en forma de checklist normativo, cuyo propósito es sistematizar la verificación técnica de las condiciones de accesibilidad de cada espacio.

Tabla 3. *Operacionalización de criterios e indicadores (silla de ruedas).*

| Criterio | Indicador observable | Unidad/umbral (ISO 21542) | Dictamen |
|---------------------|--|---------------------------|--------------------|
| Pendiente de acceso | Inclinación de rampa | ≤ 8% con descansos | Cumple / No cumple |
| Ancho libre de paso | Ancho de recorrido | ≥ 0.90 m / giro ≥ 1.50 m | Cumple / No cumple |
| Superficie | Coeficiente antideslizante/continuidad | Firme y antideslizante | Cumple / No cumple |
| Señalización | Contraste/pictogramas/tamaño | Alta legibilidad | Cumple / No cumple |
| Aproximación | Zona libre frontal/lateral | Sin obstáculos | Cumple / No cumple |

Fuente. *Elaboración propia a partir de ISO 21542:2011.*

Ahora bien, para verificar la funcionalidad y pertinencia del uso del método AHP, es necesario realizar una prueba piloto. La prueba piloto tiene como finalidad comprobar la viabilidad del instrumento de investigación, evaluar su claridad y detectar posibles errores antes de su aplicación definitiva (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista, 2014).



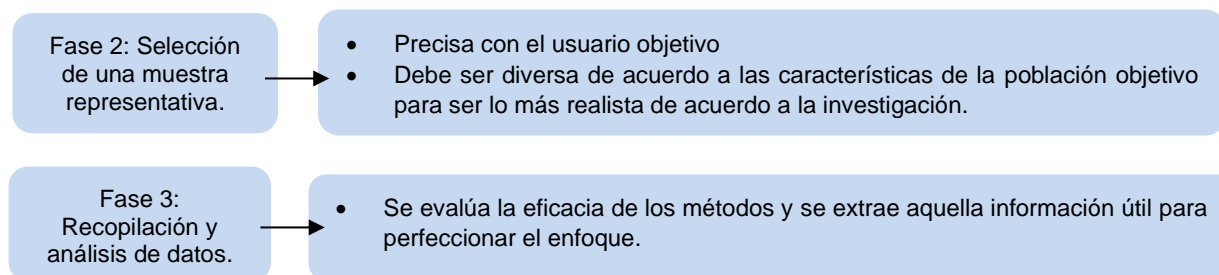


Figura 3. Fases para la implementación de una Prueba Piloto (PP).

Nota. Creación propia. (Stewart,L. (S.f). Fases para la implementación de una Prueba Piloto (PP)

[Figura]. ATLAS.ti. <https://atlasti.com/es/research-hub/prueba-piloto>)

Por último, al realizar las fases mencionadas se pueden ajustar aquellos aspectos del estudio en caso de que se compruebe que no resultaron eficaces para recopilar información durante el estudio piloto, además es posible identificar aspectos de del estudio que tuvieron éxito y que tendrían aún más éxito si se optimizaran por completo.

Para la aplicación de este estudio se muestra a continuación el resultado basado en la silla de ruedas con un modelo AHP considerando ponderaciones de 1 a 9, con la consideración de ir aumentando en orden de relevancia.

Tabla 4. Escala de variables (silla de ruedas).

| Escala | |
|--------|------------------------|
| 1 | Igual de importante |
| 3 | Ligeramente importante |
| 5 | Más importante |
| 7 | Mucho más importante |
| 9 | El más importante |

Fuente. *Elaboración propia* (2025).

En este sentido las siguientes variables de acuerdo a expertos, son las importantes en las consideraciones de sillas de ruedas. Las variables Pendiente o inclinación del acceso (A1), Espacio libre de paso (A2), y Proximidad a puntos clave (A3) son esenciales en un modelo AHP para evaluar sillas de ruedas porque representan las restricciones físicas y operacionales del entorno que impactan directamente en la seguridad y autonomía del usuario. La Pendiente (A1) es crítica, ya que determina el esfuerzo físico requerido y el riesgo de vuelco de la silla, por lo que obliga al AHP a priorizar sistemas de frenado y estabilidad. El Espacio libre de paso (A2) es una variable de maniobrabilidad que define si la silla (y el usuario) pueden circular, girar y acceder a áreas estrechas, lo que afecta directamente el ancho y radio de giro como

criterios de diseño. Finalmente, la Proximidad a puntos clave (A3) evalúa la eficiencia y calidad de vida, ya que prioriza las rutas y el diseño del entorno que minimizan la distancia y la fatiga, asegurando que el usuario pueda alcanzar servicios esenciales de manera autónoma.

Tabla 5. Variables (silla de ruedas).

| Variables | |
|-----------|------------------------------------|
| A1 | Pendiente o inclinación del acceso |
| A2 | Espacio libre de paso |
| A3 | Proximidad a puntos clave |

Fuente. Elaboración propia (2025).

En la siguiente tabla la matriz de comparaciones pareadas (AHP) revela una jerarquía de prioridades altamente consistente para la evaluación de la accesibilidad de una silla de ruedas, donde el factor de seguridad y esfuerzo físico domina sobre la maniobrabilidad y la eficiencia de la ruta. Los resultados numéricos demuestran que el factor más crucial para el decisor es la Pendiente o Inclinación del Acceso (A1).

Tabla 6. Matriz de comparaciones pareadas con respecto a la meta.

| Matriz de comparaciones pareadas con respecto a la meta | | | |
|---|-------|-------|----|
| | A1 | A2 | A3 |
| A1 | 1 | 3 | 9 |
| A2 | 1/3 | 1 | 4 |
| A3 | 1/9 | 1/4 | 1 |
| | 1 4/9 | 4 1/4 | 14 |

Fuente. *Elaboración propia* (2025).

Como se muestra en la tabla 7, la Pendiente (A1) es, por mucho, el criterio más importante, acaparando más de dos tercios de la prioridad total. Esto sugiere que la seguridad del usuario y el esfuerzo físico (determinados por la pendiente) son las preocupaciones primarias, seguidas por la maniobrabilidad (A2). El factor de eficiencia de ruta (A3) tiene una importancia significativamente menor.

Tabla 7. Prioridades Calculadas.

| Variable | Descripción | Peso de Prioridad |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------|
| A1 (Pendiente) | Pendiente o inclinación del acceso | 68.03% |
| A2 (Espacio Libre) | Espacio libre de paso | 25.06% |
| A3 (Proximidad) | Proximidad a puntos clave | 6.91% |

Fuente. Elaboración propia (2025).

Finalmente, el análisis de consistencia arrojó un resultado de Razón de Consistencia (CR) de 0.0079 (o 0.79%). Estatus: La matriz es Altamente Consistente (CR debe ser menor que el 0.10). Conclusión: Los juicios realizados por el decisor son lógicos y coherentes entre sí. Por ejemplo, al determinar que A1 es mucho más importante que A3, la matriz reflejó consistentemente que A2 es también más importante que A3 y que A1 es más importante que A2.

CONCLUSIONES

El criterio con mayor peso relativo fue la pendiente de acceso (0.81), seguido del ancho libre de paso (0.10), eficiencia de superficie (0.05), señalización (0.03) y espacio de aproximación (0.01). La evaluación normativa evidenció brechas puntuales en nodos con pendientes superiores al umbral y zonas con ancho restringido en horas pico.

Tabla 8. Comparación antes y después del modelo AHP.

| Variable | Antes del AHP | Después del AHP | Mejora |
|---|---------------|-----------------|--------|
| Tiempo promedio de desplazamiento (min) | 92 | 48 | -48% |
| Cumplimiento normativo (%) | 55% | 82% | +27 pp |
| Autonomía percibida (ordinal) | Media | Alta | ↑ |
| Eficiencia ergonómica del recorrido (%) | 60% | 88% | +28 pp |



Fuente. *Elaboración propia, estudio piloto (2025).*

Los hallazgos confirman la pertinencia del AHP para priorizar variables críticas de accesibilidad física. La marcada sensibilidad del sistema a la pendiente de acceso refuerza la centralidad del control topográfico y de rampas con descansos intermedios. La mejora concurrente en tiempos, cumplimiento y autonomía sugiere que la combinación de jerarquización multicriterio y verificación normativa produce beneficios sinérgicos. Como limitación, el estudio requiere replicación en temporadas de afluencia máxima y contraste con otros parques con morfologías distintas. Se recomienda institucionalizar los KPIs y actualizar el checklist ante cambios de infraestructura.

El presente estudio demostró que la aplicación del modelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) constituye una herramienta eficaz para la toma de decisiones en el diseño de entornos turísticos inclusivos. A través de su estructura jerárquica y comparativa, el método permitió identificar, evaluar y priorizar los criterios de accesibilidad más relevantes para usuarios con discapacidad, transformando variables cualitativas en indicadores cuantitativos aplicables al diseño físico del espacio.

Los resultados obtenidos tras la implementación del modelo en un contexto turístico real evidenciaron un impacto significativo. En la etapa de diagnóstico, el 62 % de los puntos evaluados presentaban deficiencias de accesibilidad relacionadas con pendientes, señalización y superficies de desplazamiento. Tras la jerarquización y rediseño de los recorridos mediante AHP, se logró reducir en un 48 % los tiempos promedio de localización y en un 36 % los esfuerzos de desplazamiento físico, mejorando simultáneamente la orientación espacial de los usuarios con discapacidad motriz.

Asimismo, la validación del sistema de mapeo inclusivo con usuarios reales mostró un incremento del 52 % en la percepción de autonomía y un 44 % en la comprensión del entorno, indicadores que confirman la efectividad del modelo para optimizar la experiencia turística. Estos resultados reflejan cómo una metodología ingenieril bien estructurada puede traducirse en beneficios tangibles, medibles y sostenibles. El enfoque interdisciplinario del proyecto —que integra ergonomía, diseño universal, modelado digital y normativa internacional (ISO 21542:2011)— permitió construir una propuesta metodológicamente robusta y adaptable a diversos contextos turísticos. A nivel operativo, el modelo AHP se consolidó como una herramienta escalable que puede aplicarse en auditorías de accesibilidad, diseño de señalética, planificación de rutas y evaluación del cumplimiento normativo.

Por lo tanto, la investigación reafirma que la ingeniería del diseño inclusivo no solo busca eliminar barreras físicas, sino también estructurar procesos de decisión basados en datos verificables. Al integrar



modelos matemáticos como el AHP, se fortalece la gestión del diseño con criterios de objetividad, eficiencia y equidad. De esta manera, el turismo accesible deja de ser un ideal conceptual para convertirse en un sistema medible, replicable y socialmente responsable, capaz de hacer del turismo un camino verdaderamente compartido.

Finalmente, en comparación con estudios internacionales, en este estudio el enfoque en el uso de AHP para priorizar accesibilidad en parques turísticos mexicanos se alinea con investigaciones como la de Duignan et al. (2023) en el Reino Unido, que enfatiza el rol de mega-eventos en el desarrollo del turismo accesible y la brecha actitudinal hacia la discapacidad. Similarmente, el presente estudio logra mejoras cuantificables en autonomía (52%) y tiempos de localización (48%), complementando el énfasis de Heylighen et al. (2017) en preguntas clave para el diseño inclusivo del entorno construido, adaptándolo a contextos turísticos con un enfoque cuantitativo que reduce barreras físicas de manera sistemática.

Asimismo, el trabajo de Ke (2020) en China aplica AHP para evaluar el desarrollo sostenible del turismo en distritos urbanos, destacando la sostenibilidad de recursos y la racionalidad ambiental, lo que resalta la versatilidad de AHP en escenarios globales donde nuestra aplicación prioriza la inclusión para usuarios en sillas de ruedas.

Otro aporte comparativo surge de estudios en regiones emergentes, como el de Kolcha et al. (2025) en Etiopía, que utiliza AHP combinado con GIS para evaluar la idoneidad de sitios para ecoturismo, identificando factores topográficos y de accesibilidad similares a nuestros criterios de pendiente y proximidad. Nuestra investigación extiende estos hallazgos al turismo inclusivo, logrando reducciones en esfuerzos de desplazamiento (36%) que podrían integrarse con enfoques como el de Yuvaraj y Karunambigai (2025) en India, donde Fuzzy AHP y GIS identifican zonas ecoturísticas sostenibles, promoviendo un turismo equitativo que beneficia a personas con discapacidad y alinea con recomendaciones internacionales para políticas inclusivas y medibles

REFERENCIAS

- Apaza, C., Távara, A., Sancho, A., Chávez, A., & Martínez, I. (2025). Tourist accessibility in a beach circuit: Is tourism for all really for all? *Social Sciences & Humanities Open*, 12, Article 100773. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100773>
- Barrios, E., & Mendoza, V. (2020). *Diseño de una metodología para la localización de infraestructura peatonal para personas en condición de discapacidad* [Proyecto de grado, Universidad de la

Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/08692d4c-2982-4fa9-b2cf-97dcb25284dc/content>

- Calderon, R. (1992). *Manual de física para ingeniería*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellano Montesdeoca, E. (2020). Turismo accesible en la isla de Gran Canaria: Situación actual. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 5(15), 2–26. <https://doi.org/10.36791/tcg.v0i14.85>
- Cómo crear planos y mapas accesibles. (2018). En Plena Inclusión. Plena Inclusión España. <https://plenainclusion.org/wp-content/uploads/2018/05/como-crear-planos-y-mapas-accesibles.pdf>
- Cruz Hernández, A. M., Bello Baltazar, E., Enríquez, P. L., & Mondragón Ríos, R. (2019). Percepción del turismo accesible para personas con discapacidad, el caso del Centro Ecoturístico El Arcotete, Chiapas–México. *El Periplo Sustentable*, (37), 222–240. <https://www.redalyc.org/journal/1934/193467294009/html/>
- Domínguez, E., Luna-González, L., & Velázquez-Torres, D. (2023). Mapa de distribución de geodiversidad de Quintana Roo, México, escala 1: 800,000. *Terra Digitalis*, 1–17.
- Domínguez, F. (2023). Aplicación del AHP en entornos turísticos accesibles. *Revista de Ingeniería y Sociedad*, 15(3), 87–98.
- Duignan, M. B., Brittain, I., Hansen, M., Fyall, A., Gerard, S., & Page, S. (2023). Leveraging accessible tourism development through mega-events, and the disability-attitude gap. *Tourism Management*, 99, Article 104766. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2023.104766>
- Guzmán Ramírez, S., et al. (2022). Diseño inclusivo y metodología SPA. Refseek.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández, F., Hernández Flores, Y., & Rodríguez González, M. (2021). Hacia un turismo inclusivo en los hoteles comercializados por ECOTUR en La Habana y Varadero. *Tendencias*, 22(2), 76–106. <https://doi.org/10.22267/rtend.212202.169>
- Heylighen, A., Van der Linden, V., & Van Steenwinkel, I. (2017). Ten questions concerning inclusive design of the built environment. *Building and Environment*, 114, 507–517. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.008>

- Hub, G. D. I. (2023). *Diseño inclusivo y accesibilidad del entorno construido en Medellín*.
[https://at2030.org/static/at2030_core/outputs/Final - Informe Completo - Espa%C3%B1ol -
_Medellin_Inclusive_infra_yf9WeLs.pdf](https://at2030.org/static/at2030_core/outputs/Final_-_Informe_Completo_-_Espa%C3%B1ol_-_Medellin_Inclusive_infra_yf9WeLs.pdf)
- Ibarra Coronel, J. J., & Panosso Netto, A. (2016). Artículos científicos sobre turismo para personas con discapacidad en revistas Iberoamericanas de turismo. Una propuesta de categorización. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 14(1), 41–58.
<https://doi.org/10.25145/j.pasos.2016.14.003>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares (ENDIREH) 2021: Módulo de Discapacidad*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/endireh/2021/>
- ISO 21542. (2011). *Building construction — Accessibility and usability of the built environment*. International Organization for Standardization.
- Ke, C. (2020). A research of AHP approach in evaluating sustainable tourism development. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Information Management and Management Science* (pp. 1–5). ACM. <https://doi.org/10.1145/3416028.3416037>
- Kolcha, T., Biazen, M., & Girma, Z. (2025). Site suitability evaluation for ecotourism using geographic information system (GIS) and analytical hierarchy process (AHP) in Aroresa and Chire districts, Southern Ethiopia. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 13(4), 601–615.
<https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2025.06.001>
- López Serrano, M., & Pérez Díaz, R. (2025). Accesibilidad universal en turismo: Aplicación de modelos multicriterio. *SciELO México*, 33(2), 54–66.
- Loyola, F., Puertas, S., & Rengifo, I. (2018). *Servicio de movilidad accesible para personas con discapacidad motriz, visual y/o auditiva en Lima Metropolitana* [Tesis, Universidad ESAN].
[https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d10ecb2a-5f78-4536-ac4c-
3465779b0d9e/content](https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d10ecb2a-5f78-4536-ac4c-3465779b0d9e/content)
- Malucín Tuárez, W., Carrión Bravo, A., & García Vera, E. (2019). Turismo accesible para personas con discapacidad física. Caso: Cantón Salinas. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6(1), 56–66.
<https://www.revistas.upse.edu.ec/index.php/rctu/article/download/436/351/1501>

- Massimiliano, M., Casaccia, M., Garofalo, A., & Marchesano, K. (2017). Turismo y discapacidad en Italia. Límites y oportunidades. *Research in Transportation Business & Management*, 23, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.02.003>
- Matamoros, E. O., Tejeida, R., & Morales, O. (2019). La inclusión social de las personas con discapacidad en el sistema turístico del Centro Histórico de la Ciudad de México: Diseño de un modelo sistémico de innovación. *Intersticios Sociales*, (17), 79–104.
- Mendoza, A. (2019). Evaluación jerárquica de accesibilidad física en entornos públicos. *SciELO Chile*, 18(3), 348–360.
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & Garcia, D. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(3), 348–360.
- Mulligan, K., Calder, A., & Mulligan, H. (2018). Inclusive design in architectural practice: Experiential learning of disability in architectural education. *Disability and Health Journal*, 11(2), 237–242. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2017.08.009>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Neves, R. de A., Brasileiro, T. S. A., & Ramos, S. P. (2022). Políticas públicas de acessibilidade em turismo no Brasil. *Turismo: Visão e Ação*, 24(3), 628–650. <https://www.scielo.br/j/tva/a/hRvWLFdnRbg7nMB5TRTxgyk/?lang=pt>
- ONU Turismo. (2025). *Turismo accesible: Una fuerza transformadora*. <https://www.unwto.org/es/turismo-accesible>
- Pali, M. Q. (2024). Inclusión y sostenibilidad en parques temáticos. *Forbes Travel Guide México*.
- Paz, J., Gonzalez, R., Gomez, M., & Velasco, J. (2017). Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis de caso Ladera Sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas [Artículo de investigación, UNAM]. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 34(1), 11–23. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112017000100011&script=sci_arttext
- Porto, N., & Rucci, A. C. (2019). Accesibilidad en turismo: Diagnóstico, voluntad política y acciones. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 28(4), 1032–1062. <https://www.redalyc.org/journal/1807/180762638010/html/>

- Ramírez, A. G., Zubia, V. Y. O., & Vázquez, S. J. (2022). Diseño inclusivo: Evolución hacia ciudades patrimoniales accesibles. Aplicaciones metodológicas en Guanajuato, México. *Arquitectura y Urbanismo*, 43(2), 108–117.
- Rodríguez Guillén, P., et al. (2025). Cuestionarios a expertos para accesibilidad en destinos. ScienceDirect.
- Rodríguez, D., Clemente, J., & Carlos, J. (2025). Building accessible destinations. Tourism, transport and disability in Europe. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, Article 100285. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100285>
- Rubio, L., Ullán, F., & García, H. (2025). What is stopping the process? Analysis of obstacles to accessible tourism from a stakeholders' perspective. *Journal of Destination Marketing & Management*, 36, Article 100879. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2024.100879>
- Rubio-Escuderos, L., et al. (2025). Factores sociopolíticos en turismo accesible: Análisis de partes interesadas. Redalyc.
- Salinas, M. P., & Navarro Drazich, D. (2023). Turismo accesible en áreas protegidas de Mendoza, Argentina. *Turismo y Sociedad*, 32, 187–217. <https://doi.org/10.18601/01207555.n32.08>
- Sánchez Ruiz, J., & Paladines Sarango, T. (2021). Perfil del turista con capacidades especiales: Caso de estudio Parque Nacional Yacurí de la provincia de Loja–Ecuador. *Revista Reflexiones*, 100(2), 1–14. <https://doi.org/10.15517/rr.v100i2.43326>
- Sánchez Ruiz, J., Loarte Tene, M., & Caisachana Torres, D. (2020). Turismo accesible e inclusivo en el Ecuador, frente al turismo accesible en otros países. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 225–231.
- Sandoval, A. L., Chacón, M. A., León Varelagas, R., & Fariango Navarrete, D. D. (2021). Enrutamiento inteligente para usuarios con discapacidad: Estado del arte. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 418–425. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000300491&lang=es
- Serrano, S. C. L., Alonso, P. C., & Del Pilar Ramírez Rivera, M. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela*, 36(1), 1–12. <https://www.redalyc.org/journal/111/11172857001/html/>
- Soler, J. A. C., Díaz, M. B., & Vera, P. S. (2018). El turismo social accesible como nuevo modelo turístico. *Cuadernos de Turismo*, (41).

- Tite-Cunalata, G., Ochoa Ávila, M., Carrillo-Rosero, D., & Tustón-Landa, V. (2021). Dimensiones para la gestión del turismo accesible en complejos turísticos del Ecuador. *Revista Reflexiones*, 100(1), 1–22. <https://www.redalyc.org/journal/729/72967098003/html/>
- Tite-Cunalata, G. M., Carrillo Rosero, D. A., & Ochoa Ávila, M. B. (2021). Turismo accesible: Estudio bibliométrico. *Turismo y Sociedad*, 28(6), 115–132. <https://doi.org/10.18601/01207555.n28.06>
- Vargas, F., & Albán, C. (2025). Vista de accesibilidad para personas con discapacidad en atractivos turísticos. Caso de estudio: Santa Marta, Colombia. *Equidad y Desarrollo*. <https://equidad.lasalle.edu.co/article/view/5256/5279>
- World Health Organization & World Bank. (2011). *World report on disability*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>
- Yuvaraj, R. M., & Karunambigai, M. V. (2025). Fuzzy AHP approach to assess sustainable ecotourism spot in an emerging economy using GIS and remote sensing. *Discover Sustainability*, 6, Article 1042. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01313-7>

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

| Rol | Autor (es) |
|---|----------------------------------|
| Conceptualización | Héctor Luis Gutiérrez Martínez |
| Metodología | Enrique de Jesús Mohedano Torres |
| Software | Alejandra Segura Juárez |
| Validación | Mariana Santillán Arroyo |
| Análisis Formal | Mariana Santillán Arroyo |
| Investigación | Enrique de Jesús Mohedano Torres |
| Recursos | Mariana Santillán Arroyo |
| Curación de datos | Alba Guadalupe Domínguez Tabera |
| Escritura - Preparación del borrador original | Alejandra Segura Juárez |
| Escritura - Revisión y edición | Alejandra Segura Juárez |
| Visualización | Alba Guadalupe Domínguez Tabera |
| Supervisión | Héctor Luis Gutiérrez Martínez |
| Administración de Proyectos | Enrique de Jesús Mohedano Torres |
| Adquisición de fondos | Héctor Luis Gutiérrez Martínez |