

IMPACTO DEL DETERIORO VIAL EN LA MOVILIDAD: UN SISTEMA DE INSPECCIÓN Y MEDICIÓN PARA LA RED INTERURBANA DE ALGARROBO, CHILE

IMPACT OF ROAD DETERIORATION ON MOBILITY: AN INSPECTION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR THE INTERURBAN ROAD NETWORK OF ALGARROBO, CHILE

IMPACTO DA DEGRADAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA NA MOBILIDADE: UM SISTEMA DE INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO PARA A REDE INTERURBANA DE ALGARROBO, CHILE

Sebastian Ignacio Contreras Quinteros¹, Noé Villegas Flores², Juan Pablo Rubio Romero³, Ana Carolina Parapinski dos Santos⁴, Yelinca Nalena Saldeño Madero⁵, Gloria Elizabet Martinez Iglesia⁶

DOI: 10.54899/dcs.v23i86.4031

Recibido: 13/12/2025 | Aceptado: 16/12/2025 | Publicación en línea: 02/01/2026.

RESUMEN

El crecimiento urbano exponencial a menudo conlleva el deterioro de la infraestructura vial, impactando negativamente la movilidad y acentuando las desigualdades socioeconómicas. La implementación de estrategias sostenibles es fundamental para la conservación de las vías interurbanas, aunque la toma de decisiones se ve complejizada por factores sociales, económicos, culturales y políticos. Frecuentemente, las intervenciones en la infraestructura urbana reflejan deficiencias presupuestarias, falta de planificación y ejecución deficiente, priorizando beneficios a corto plazo sobre las necesidades de los sectores más vulnerables. El estudio tiene como objetivo la evaluación de las vías interurbanas de Algarrobo, Chile, mediante un modelo multicriterio sostenible, diagnosticando las vías más deterioradas para sensibilizar a las entidades públicas sobre la necesidad de una inversión y ejecución adecuadas de los fondos, promoviendo un desarrollo urbano integral. La metodología comprende dos etapas principales: una inspección exhaustiva de la sección transversal de 29 vías pavimentadas, considerando cuatro requerimientos principales (i.e., económico, infraestructura, social y movilidad) y catorce indicadores utilizando el modelo multicriterio sostenible MIVES, para establecer un índice de condición global. Este

¹ Graduado en Ingeniería de Infraestructura Civil, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Correo electrónico: sebigcon@gmail.com

² Doctor en Ingeniería de la Construcción, Polytechnic University of Catalunya, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Correo electrónico: noe.flores@unila.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1299-3797>

³ Estudiante de Maestría en Ingeniería de Infraestructura Civil, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Correo electrónico: j.prr2009@hotmail.com

⁴ Doctora en Ingeniería Portuaria, Costera y del Transporte, Polytechnic University of Catalunya, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. E-mail: ana.santos@unila.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4359-8714>

⁵ Doctora en Gestión Territorial e Infraestructuras del Transporte, Catholic University of Colombia. Correo electrónico: ynsaldeno@ucatolica.edu.com

⁶ Estudiante de Maestría en Ingeniería de Infraestructura Civil, Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Correo electrónico: mar97.glori@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-8033-6214>

diagnóstico fue complementado por otros modelos auxiliares. Los resultados revelan que el 34.4% de las vías pavimentadas estudiadas presentan un deterioro significativo en infraestructura, así como en los ámbitos social, económico y de movilidad. Adicionalmente, se observa que las vías más alejadas del centro urbano, del borde costero y de las paradas de transporte público exhiben las peores condiciones, lo que sugiere un interés predominante en el turismo. Este hallazgo subraya la urgencia de una planificación equitativa y sostenible de la infraestructura vial.

Palabras clave: Índice de Condición de Vías Interurbanas. Deformaciones de Asfalto. Movilidad Vial. Infraestructura.

ABSTRACT

Exponential urban growth often leads to the degradation of road infrastructure, negatively affecting mobility and exacerbating socioeconomic inequalities. The implementation of sustainable strategies is essential for the preservation of interurban roads; however, decision-making processes are often complicated by social, economic, cultural, and political factors. Frequently, interventions in urban infrastructure reflect budgetary constraints, lack of planning, and poor execution, prioritizing short-term benefits over the needs of the most vulnerable sectors. This study aims to evaluate the interurban road network of Algarrobo, Chile, through a sustainable multicriteria model, diagnosing the most deteriorated roads in order to raise awareness among public authorities regarding the need for appropriate investment and execution of funds, thereby promoting integrated urban development. The methodology comprises two main stages: (i) a comprehensive inspection of the cross-section of 29 paved roads, considering four main requirements (i.e., economic, infrastructure, social, and mobility), and fourteen indicators using the sustainable multicriteria MIVES model to establish a global condition index; and (ii) the application of complementary auxiliary models to support the diagnosis. The results reveal that 34.4% of the analyzed paved roads exhibit significant deterioration in infrastructure, as well as in social, economic, and mobility dimensions. Additionally, roads located farther from the urban center, the coastal area, and public transport stops present the poorest conditions, suggesting a predominant focus on tourism-related areas. This finding highlights the urgency of equitable and sustainable planning of road infrastructure.

Keywords: Interurban Road Condition Index. Asphalt Deformations. Road Mobility. Infrastructure.

RESUMO

O crescimento urbano exponencial frequentemente acarreta a deterioração da infraestrutura viária, impactando negativamente a mobilidade e acentuando as desigualdades socioeconômicas. A implementação de estratégias sustentáveis é fundamental para a conservação das vias interurbanas, embora o processo de tomada de decisão seja complexificado por fatores sociais, econômicos, culturais e políticos. Frequentemente, as intervenções na infraestrutura urbana refletem deficiências orçamentárias, falta de planejamento e execução inadequada, priorizando benefícios de curto prazo em detrimento das necessidades dos setores mais vulneráveis. O estudo tem como objetivo avaliar as vias interurbanas de Algarrobo, Chile, por meio de um modelo multicritério sustentável, diagnosticando as vias mais deterioradas a fim de sensibilizar os órgãos públicos quanto à necessidade de investimento e execução adequados dos recursos, promovendo um desenvolvimento urbano integral. A metodologia compreende duas etapas principais: uma

inspeção detalhada da seção transversal de 29 vias pavimentadas, considerando quatro requisitos principais (i.e., econômico, infraestrutura, social e mobilidade) e quatorze indicadores, utilizando o modelo multicritério sustentável MIVES para estabelecer um índice global de condição. Esse diagnóstico foi complementado por outros modelos auxiliares. Os resultados revelam que 34,4% das vias pavimentadas analisadas apresentam deterioração significativa da infraestrutura, bem como nos âmbitos social, econômico e de mobilidade. Além disso, observa-se que as vias mais afastadas do centro urbano, da orla costeira e das paradas de transporte público apresentam as piores condições, o que sugere uma priorização voltada ao turismo. Esse achado reforça a urgência de uma planificação equitativa e sustentável da infraestrutura viária.

Palavras-chave: Índice de Condição de Vias Interurbanas. Deformações do Asfalto. Mobilidade Viária. Infraestrutura.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Actualmente la movilidad urbana juega un papel vital en el desarrollo económico y social de los países, a pesar de que los sistemas de transporte vigentes y la mantención del espacio urbano en muchos países en desarrollo de Latinoamérica todavía se enfrentan a numerosas problemáticas. De hecho, la creciente demanda de servicios de transporte en las ciudades resulta de la urbanización, el crecimiento de la población, el aumento del nivel de vida y el desarrollo de los negocios y la industria (Eimansouri et al., 2020).

Para Cáceres (2020) en las últimas décadas, el incremento exponencial de la urbanización hace que sea obligatorio la necesidad de cuidar los espacios urbanos, vías y ciudades en general, con el fin que se logre una buena calidad de vida, lo cual incluye el correcto desarrollo de las condiciones de movilidad, ya sea el de peatones, transporte o el de especies. Esta necesidad se incrementa en las ciudades más grandes que ya se evidencian problemas tanto en el ámbito ambiental, como también en lo económico y social, relacionados principalmente con el movimiento de sus habitantes y con el deterioro de los espacios públicos.

Si bien se están implementando estrategias y mejoramientos en este ámbito, la movilidad constantemente se ve afectada por múltiples factores asociados a un espacio urbano. La ausencia y el deterioro de los diversos componentes urbanos como la acera, parada de transporte público, falta de señaléticas y sombras por la acción de árboles y áreas verdes, fallas en el alumbrado público, superficie de asfalto con fisuras, congestión vehicular, contaminación acústica y

ambiental, interfieren en cierta medida con la correcta calidad de movilidad de un usuario. (Villegas et al., 2020).

Diversos estudios han evaluado el deterioro tanto de la movilidad en vías como también el espacio urbano. En China, el desarrollo del espacio urbano en Shanglu, se ve severamente afectada por el uso del suelo industrial y factores de emisiones de polvo industrial (Zhou et al., 2020).

Para Llopis et al., (2020) el proceso de deterioro del pavimento depende principalmente de la temperatura para una cierta edad determinada del asfalto. Asimismo, en Australia las carreteras y ferrocarriles construidas con hormigón armado (CR) presentaron deterioros de corrosión en las armaduras debido a la exposición a entornos hostiles y contaminación como sales, lluvia ácida, agua destilada, carbonatación y azufre (Gharehnaghi; Rahmani, 2018).

Desde el punto de vista de Ulak et al., (2021) se puede indicar que existe una importante correlación espacio-estadística entre la ubicación de las paradas de autobús y las colisiones con peatones, principalmente para prevenir que los puntos de transporte público se conviertan en estadísticas de accidentes.

Según el manual de carreteras de Chile en seguridad vial (MOP, 2022), una vía en mal estado dificulta el acceso al territorio y en consecuencia a los servicios básicos como sanidad o educación. También acrecienta el consumo de combustible de los vehículos, aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, con sus consecuentes problemas medioambientales y riesgos para la salud.

Un claro ejemplo de movilidad y deterioro vial urbano es la ciudad de Algarrobo, ubicada en el litoral central de Chile. Esta zona es principalmente reconocida por su gran nivel turístico, como también su expansión urbana y económica. Sin embargo, tales reconocimientos se ven afectados principalmente por la red vial y las quebradas naturales. Para Aldana et al., (2019), Algarrobo es condicionada por extenderse principalmente en torno a la vía VT-S.06, que es la principal ruta que realiza conexión a todas las comunas de San Antonio, la cual sólo se compone de una sola vía en cada dirección, lo que implica una congestión vehicular, aumento de tiempo y sin alternas para vías intercomunales.

ESTADO DEL ARTE

Modelo IMUS para la Caracterización y Análisis de la Movilidad Urbana Sustentable

La inspección de los componentes urbanos que se analizan en campo mediante observación visual del experto, para obtener de manera concisa y correcta el conjunto de indicadores, criterios y parámetros en lo que se relaciona al deterioro y caracterización de infraestructura vial urbana, como también a los distintos modos de transporte se establece como base de estudio la metodología de índice de movilidad sustentable (IMUS).

Esta metodología fue desarrollada por Costa (2008), la cual reúne 9 áreas de interés que son subdivididos por 37 temas y 87 indicadores totales, estos están directamente relacionados a la movilidad urbana sostenible y también con ámbito sustentable.

Así, el objetivo principal del IMUS es proporcionar un valor cuantitativo que refleje el nivel de sostenibilidad de la movilidad de un municipio y servir de base para la planificación y la formulación de políticas públicas efectivas.

Avances de la Metodología IMUS

Diversos estudios en los cuales ha sido implementada esta metodología en distintas áreas (e.g., movilidad urbana, animal, humana) se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1

Estudios realizados utilizando la metodología IMUS.

Aplicaciones de IMUS			
Metodología	Atributos de la aplicación	Área de aplicación	Avances metodológicos
Freitas, 2025	Planteamiento integrado en Jataí, GO	Movilidad Urbana	técnicas de Análisis y evaluación
Amaral et al., 2025	Planteamiento integrado en Campo Mourão	Movilidad Urbana	técnicas de Análisis y evaluación
Botelho & Conceição, 2025	Planteamiento integrado en Ituarama, MG	Movilidad Urbana	Técnicas de Análisis y evaluación
Mancheño, 2024	Uso de redes neuronales para rehabilitación asistida	Movilidad Humana	Evaluación de movimiento humano
Reyes & Mosqueda, 2024	Uso de sensores inerciales en fisioterapia	Movilidad Humana	Evaluación de movimiento humano
Rapti et al., 2023	El rol de movilidad en tiempos de pandemia	Movilidad y Pandemia	Dinámicas del COVID-19
Villalba, 2022	Planeamiento integrado del municipio de Rio Verde	Movilidad Urbana	Técnicas de Análisis y evaluación

Castillo & Yáñez, 2021	Diagnóstico de movilidad de caninos	Movilidad Animal	Sistema de análisis biomecánico
Silva, 2021	Ciudades inteligentes	Movilidad urbana	Gestión para la movilidad
Bevilacqua & de Arruda, 2021	Condiciones importantes de las ciclovías	Ciclovías y fajas de ciclovía	Movilidad para una ciudad media
Castellanos et al., 2021	Uso de sensores inerciales en fisioterapia	Movilidad humana	Evaluación de movimiento humano
Almeida & de Cassia, 2022	Planeamiento integrado de la ciudad São Mateus	Movilidad Urbana	Sistemas de transporte
Villegas et al., 2022	Propuesta de Análisis de la infraestructura urbana	Infraestructura Urbana	Multicriterio
Posada, 2021	Estudio de fiabilidad y repetibilidad de los parámetros espacio	Movilidad Urbana	Unidad de medición inercial

MIVES como Soporte Metodológico par a la Toma de Decisiones

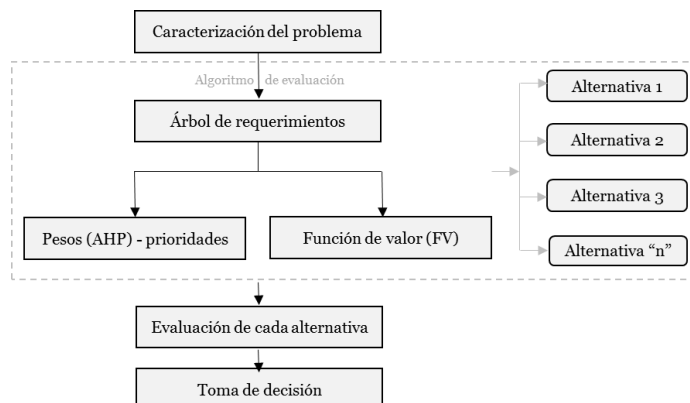
El modelo multicriterio integrado para la evaluación estructural, conocido como MIVES, constituye una metodología destinada a analizar distintas alternativas frente a un problema específico a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta herramienta se fundamenta en la teoría de utilidad multiatributo y en el análisis del valor asignado a cada uno de los indicadores seleccionados, permitiendo obtener un índice de sostenibilidad.

En la figura 1 se muestra el algoritmo general del modelo multicriterio MIVES aplicado a este caso particular. El proceso de evaluación se estructura en seis etapas principales. La primera, denominada “caracterización del problema”, establece los límites del sistema y las condiciones de contorno del problema a resolver, identificando además los agentes involucrados en la toma de decisiones. En esta fase se definen los tres ejes fundamentales: requerimientos (objetivos o metas del problema), componentes (elementos a analizar) y ciclo de vida (del sistema).

La segunda etapa del modelo se considera la más relevante del estudio. En ella se construye el “árbol de requerimientos”, cuyo propósito es organizar, agrupar e identificar las variables seleccionadas en la etapa inicial del análisis.

Figura 1

Algoritmo MIVES.



Avances Significativos de la Metodología MIVES

De acuerdo con la tabla 2, se muestran diversos estudios enfocados en la aplicación de la metodología MIVES. Esta metodología multicriterio se ha utilizado para la evaluación holística de la sostenibilidad en proyectos de construcción civil, educación, estructuras, ambiental y también en productos o sistemas.

Tabla 2

Implementación de MIVES en múltiples áreas.

Aplicaciones de MIVES			
Metodología	Atributos de la aplicación	Area de aplicación	Avances metodológicos
Pardo-Bosch et al., 2025	Modelo para priorizar calidad del aire interior en aulas educativas	Educación	Validación del modelo en diferentes escenarios por medio de MIVES
Roigé; Pardo-Bosch & Pujadas, 2024	Modelo de sostenibilidad para asignación presupuestaria	Políticas públicas	Robustez del modelo y desarrollo sostenible en toma de decisiones
Tan et al., 2024	Modelo de la sostenibilidad e índice de sostenibilidad en DFMA	Construcción civil	Criterios para índices de sostenibilidad y evaluación del diseño sostenible DFMA
Medrán; Enfedaque & Alberti, 2024	Herramienta de evaluación de la sostenibilidad en viviendas industrializadas	Educación	Estudios en sistemas, decisión y control
Hosseini; Ghalambordezfooly & De la fuente, 2022	Modelo de sostenibilidad para ubicación optima de la vivienda temporal	Estructuras temporales	Derivar alternativas óptimas sustentables
Alberti et al., 2018	Utilización de fibras de acero y poliolefina	Túneles	Materiales cementantes sostenibles

Jurado, 2020	Evaluación de la sostenibilidad mediante BIM y MIVES	Viaductos	Modelado de información para la construcción
Biswal et al., 2022	Herramienta de evaluación de la sostenibilidad	Educación	Serie estudios en sistemas, decisión y control
Sánchez; Navarro & Yepes, 2022	Toma de decisiones multicriterio aplicada a la sostenibilidad de las estructuras de los edificios	Educación; Construcción civil	Métodos Modernos de Construcción
Moeini et al., 2022	Evaluación sobre la recuperación de aguas subterráneas	Sanearamiento	Sostenibilidad de los adsorbentes de PFAS
Lizarralde et al., 2022	Selección estratégica de nuevas tecnologías en un centro de R&D	Sector Industrial y Manufacturero	Tecnologías para el desarrollo sostenible R&D
Riquelme, 2021	Sostenibilidad de Sistemas de Gestión de Residuos Municipales	Ambiental	Sistemas de gestión de residuos sólidos (SGRSM)
Castro, 2021	Sostenibilidad de instalaciones energéticas edificatorias	Energía renovable; Construcción civil	Simulación estocástica y aritmética difusa
Josa et al., 2021	Sostenibilidad de diferentes pilotes de barrena de vuelo continuo	Construcción civil	Evaluar la construcción del componente estructural
Seyrfar et al., 2021	Ciclo de vida de los diseños de pavimentos flexibles y rígidos	Pavimentación y hormigón	Matriz de Evaluación de la Sostenibilidad Social
Piñero et al., 2021	Herramienta para digitalizar el flujo operativo asociado a las inspecciones principales	Carreteras y Puentes	Implemento de la herramienta GENIA
Sadrolodabae et al., 2021	Evaluación de la sostenibilidad de los paneles de revestimiento de fachadas	Construcción civil	Placas de cemento reforzadas con fibra/textil
Hamed et al., 2021	Evaluar la idoneidad de cubiertas verdes para la reducción de la contaminación atmosférica	Ambiental	Sostenibilidad de las cubiertas verdes.
Cárdenas et al., 2021	Evaluación de técnicas de adobe reforzado para las zonas sísmicas andinas	Arquitectura; Construcción; Restauración	Reconstrucción Sostenible

Proceso de Jerarquía Analítica (AHP)

La fundamentación analítica de los modelos multicriterio reside, en gran medida, en la valoración de atributos e indicadores mediante su comparación pareada. Para asignar un peso o prioridad a cada variable, el decisor se apoya en modelos metodológicos o estructuras matemáticas que formalizan estas comparaciones y percepciones.

Específicamente, la ponderación de los atributos (criterios e indicadores) se ha definido utilizando el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Saaty (1980) establece que este proceso de evaluación y calibración integra conceptos matemáticos, analíticos y psicológicos para contrastar empíricamente las relaciones entre las variables.

La base de AHP es la premisa de que la mente humana puede comparar fácilmente dos atributos, pero experimenta dificultad al intentar valorar con precisión cuando interviene una tercera variable. La herramienta utiliza una escala de comparación numérica y verbal (ver en la Tabla 3) para capturar la apreciación de estas relaciones. Es crucial destacar que estas comparaciones se realizan exclusivamente entre indicadores de origen y naturaleza similar.

Tabla 3

Comparaciones para concesión de pesos.

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Atributos con igual importancia	Los dos atributos contribuyen igualmente al criterio
3	Moderadamente más importante un atributo que otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen a un atributo frente al otro.
5	Fuertemente más importante un atributo que otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un atributo frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un atributo que la de otro.	Un atributo domina fuertemente. Su dominación está probada en la práctica.
9	Importancia extrema de un atributo frente a otro.	Un atributo domina al otro con el mayor orden de magnitud posible.

Función de Valor (FV)

La función de valor modifica el indicador representada con unidades físicas (cualitativas) a unidades adimensionales, dándoles un valor. Esta herramienta ayuda a medir las repuestas de los indicadores, criterio y requerimientos establecidos conforme a lo que se quiere estudiar (Manual MIVES, 2009).

Para definir la función de valor es necesario definir primeramente la tendencia de valor, luego determinar los puntos de mínima y máxima satisfacción (generalmente de 0 a 1), seguido con la definición de la forma de la función de valor, las cuales pueden adoptar formas como una S (suave y fuerte), como también de forma convexa, cóncava y de forma linear. Finalmente, se define matemáticamente la función de valor.

MATERIALES Y MÉTODO

Caso Estudio

El estudio se ha realizado en la ciudad de Algarrobo, Chile, la cual posee una población estimada en 16.076 habitantes (INE, 2024). Esta ciudad es perteneciente al litoral central de Chile, conocida mundialmente como el litoral de los Poetas, debido a la influencia de los renombrados poetas Chilenos como Pablo Neruda y Gabriela Mistral. Algarrobo es conocida por ser el balneario más antiguo de Chile y el más próximo a la ciudad capital de Santiago.

Este mismo fue asignado como comuna y ciudad el 21 de noviembre de 1945, tras promulgarse la Ley Chilena N° 8.388. El principal atractivo de la zona es debido a la tradición turística de primera categoría y por ser la localidad marítima más próxima a la capital. Algarrobo está ubicada frente al océano Pacífico a 33°27' latitud sur en el litoral central del país, sus límites están limitados por el norte en el estero Tunquén y la comuna de Casablanca, al sur sus bordes interceptan con la quebrada natural de Las Petras y la comuna de El Quisco. Finalmente, por el oeste se limita por el océano Pacífico (Municipalidad de Algarrobo, 2020).

Se abordan las calles y avenidas más características de la zona y por las cuales existe un mayor flujo de personas y vehículos, calificando las condiciones generales de circulación por el modo de transporte, refiérase a la movilidad por caminar, en bicicleta, en autobús y taxis públicos, en moto y por coches.

La inserción de todos estos modos de transporte y su respectiva evaluación por separado da soporte y garantía al estudio desde el punto de vista ingenieril, además se incluye la evaluación del congestionamiento vehicular, la velocidad de los sistemas públicos, la espera de los usuarios en las paradas y el grado de comodidad y seguridad, como se envuelve el sistema en tiempos de pico y el resto del día.

De este modo, se seleccionaron 29 vías (ver tabla 4) en las cuales la mayoría de estas calles o avenidas son establecidas por el comercio y turismo de la zona. Todas las vías propuestas y evaluadas presentan carpeta asfáltica y son de pavimento flexible. No obstante, Algarrobo presenta alrededor de un 60% de vías que aún se encuentran sin pavimentar, la mayoría de ripio y otro porcentaje de tierra.

Además, debido al COVID 19, mucha gente decidió trasladarse de la capital Santiago a Algarrobo, debido que es el litoral más cercano a Santiago, aumentando así su población, el

número de vehículos y las exigencias del ciudadano a lo que se refiere a medio de Transporte. En el año 2020, muchas de estas calles fueron mantenidas incluso algunas fueron reconstruidas debido al exceso de carga y al constante tránsito en horas punta.

La municipalidad, tanto como entidades del gobierno en ese año tomaron ciertas medidas preventivas para evitar el deterioro de estas, la más importante fue que los camiones de carga de pesca y otras mercancías que se dirigen a la provincia de San Antonio, fueran por la carretera principal que conecta Algarrobo con el litoral central, sin embargo, para el uso de esta carretera, su costo es muy elevado para la gente vulnerable y muchos camiones, principalmente dedicado a la construcción, siguen pasando por las calles de Algarrobo.

Por otra parte, otras calles fueron seleccionadas desde el punto de vista social, ya que varias vías pertenecientes a la ciudad se encuentran aisladas del centro de la ciudad y alejadas de cualquier punto de parada de autobús o de cualquier transporte público o colectivo, quedando marginados socialmente por las condiciones económicas que presentan.

En esta zona, el mayor porcentaje de estas calles son de tierra, con condiciones deplorables, aunque también presentan vías que de a poco fueron construidas con asfalto. A continuación, se presentan las calles y avenidas de la localidad de Algarrobo que fueron analizadas y evaluadas mediante formularios y encuestas a la comunidad.

Tabla 4

Calles y Avenidas seleccionadas para el estudio.

CORREDORES VIALES SELECCIONADOS	
SECCIÓN	CALLE/AVENIDA
SECCIÓN I	1. Avenida los Claveles
	2. Calle los Acacios
	3. Calle el Mercado
	4. Calle los Clarines
	5. Calle José Toribo Larraín
	6. Calle Dr. Juan Verdaguer
	7. Avenida el Totoral
	8. Calle el Litre
	9. Calle el Peumo
	10. Calle el Boldo
SECCIÓN II	11. Calle el Molle
	12. Avenida Carlos Alessandri
	13. Avenida Santa Teresita
	14. Avenida Las Brisas Algarrobinas
	15. Avenida Alicia Monckeberg de Amunategui
	16. Avenida Aguas Marinas
	17. Avenida Jorge Matte
	18. Avenida Ignacio Carrera Pinto
	19. Calle Náutica

SECCIÓN III	20. Avenida Viento Puelche
	21. Calle Pacífico
	22. Calle Miraflores
	23. Calle Aguas verdes
	24. Avenida Bahía Mansa
	25. Avenida Peñablanca
	26. Calle el Espino
	27. Calle los Pelícanos
	28. Calle San Pedro
	29. Avenida Santa Teresita de los Andes

Planteamiento de Indicadores

Se presentan 14 indicadores establecidos mediante 10 criterios que previamente fueron clasificados en 4 requerimientos conforme a lo que son analizados en las 29 vías de pavimento flexible. Estos requerimientos surgen como un árbol de indicadores (ver tabla 5) que nos permite llegar con más precisión y de manera óptima a la hora de tomar de decisiones.

Tabla 5

Árbol de requerimientos

Requerimientos (Nivel 1)	Criterios (Nivel 2)	Indicadores (Nivel 3)	Escala de medición de parámetros
Económicos (R1)	Costos (C1)	Accesibilidad del transporte público para familias de menores ingresos (I1).	0-100
	Tiempo (C2)	Patrones de viaje (I2). Congestión y retrasos (I3).	
Infraestructura (R2)	Condición física actual de los componentes urbanos (C3)	Calidad de la Vereda (I4). Calidad del pavimento (I5). Calidad de las intersecciones (I6).	0-100
Social (R3)	Seguridad de los usuarios (C4)	Seguridad vial (I7). Satisfacción al transporte público (I8).	0-100
	Satisfacción de la Gente (C5)	Satisfacción a la calidad de espacios públicos (I9).	
Movilidad (R4)	Transeúnte (C6)	Calidad de movilidad (I10).	0-100
	Automóvil y Motos (C7)	Interferencias (I11).	
	Bicicletas (C8)	Calidad de ciclovías (I12).	
	Transporte público (C9)	Calidad de las paradas (I13).	
	Movilidad sustentable (C10)	Movilidad activa (I14).	

Se tomaron principalmente 4 requerimientos principales según lo observado y que tiene mayor relevancia a la zona estudiada. Ante lo observado en la zona demográfica, se optó por tomar el requerimiento económico (R1), se pretende mejorar en este ámbito, ya que influye

directamente en el crecimiento de la zona, junto también con la mejora de calidad de vida de las personas, favoreciendo el comercio y turismo en la zona y posibilitando la asequibilidad de gente con escasos recursos al transporte público y a los demás servicios esenciales que se requieran.

Aquel requerimiento se divide en 2 criterios establecidos, el primer criterio aborda los costos (C1), esencialmente enfocado a la economía de las personas vulnerables y como se enfrenta el salario mínimo con el precio del transporte público de la zona mediante el indicador de la asequibilidad del transporte público para familias de menores ingresos (I1).

Asimismo, este requerimiento presenta otro criterio en función del tiempo (C2), el cual se subdivide en dos indicadores primordiales. Uno de ellos es el indicador de los patrones de viaje (I2) del usuario, refiriéndose a cuantos viajes tiene que hacer el transeúnte durante el día para su día laboral, midiendo su velocidad y el tiempo que demora en llegar al paradero más cercano para el transporte público o privado y a la espera que este tiene que esperar en la parada de ómnibus.

Finalmente, se aborda el indicador de congestión y retrasos (I3), el cual se enfoca en el tiempo que tiene que afrontar un usuario mediante distintos modos de transporte para llegar a su destino en la ciudad (se toma en cuenta la congestión y el tiempo empleado solo dentro de la ciudad) y analizando principalmente las horas de punta, en el cual se evidencia mayor flujo vehicular en la zona.

El requerimiento de infraestructura (R2), este requerimiento se adopta a la estructura física de la ciudad a analizar, la cual es lo principal en lo que se refiere a los sistemas de movilidad vial del territorio. En esta variable se estudia cómo se ordena el territorio y el desarrollo urbano de Algarrobo, se hace hincapié en la evaluación en la infraestructura y como el deterioro de esta misma debida a diversos factores afecta a la movilidad vial y a la accesibilidad a la localidad.

Para este requerimiento solo se optó por un solo criterio sobre la condición física actual de los componentes urbanos (C3), la cual se centra primordialmente en el aspecto físico que se encuentran las infraestructuras urbanas en la ciudad de Algarrobo, es decir, el estado de las calzadas, la carpeta asfáltica de las calles, los cruces peatonales y si las intersecciones cumplen con lo mínimo establecido por norma para las personas discapacitadas o gente de avanzada edad.

Por otra parte, el primer indicador es la calidad de la vereda (I4), el cual se enfoca en distinguir el estado físico de la acera, si presenta muchas intersecciones que imposibiliten el tránsito peatonal, la iluminación correcta en la noche para mejorar la visibilidad del usuario, favoreciendo así un estado de seguridad.

El segundo indicador evaluado es el indicador de la calidad del pavimento (I5), que se enfoca principalmente en el comportamiento de las calles o avenidas y en las que transitan los distintos vehículos que están en la ciudad, ya sean bicicletas, motos, automóviles como también los distintos transportes públicos de la zona.

Por último, se evalúa el indicador de la calidad de las intersecciones (I6), enfocándose primordialmente en las intersecciones peatonales y en el grado de inclinación de los cruces en los que transitan peatones que tienen problemas de movilidad y gente de avanzada edad, evitando así accidentes.

Para el tercer requerimiento establecido en este estudio, el social (R3), el cual se establecen bases para comprender y conocer al sector más vulnerable y a los habitantes de la ciudad con respecto a cómo ellos se sienten con respecto a la seguridad vial y como encuentran el transporte público, es decir, si cumplen las demandas establecidas por el usuario.

Para dicho requerimiento se establecieron 2 criterios, el primer criterio es la seguridad del usuario (C4), la cual va ligado principalmente con respecto al indicador de seguridad vial (I7), la cual presenta una perspectiva del número de accidentes asociados a atropellos o incumplimientos de velocidad o tiempos de espera de señalización por parte de los vehículos como también por los pedestres.

El segundo criterio establecido en este trabajo fue el de la satisfacción de la gente (C5), basándose en dos indicadores que aportan información a como la gente se expresa sobre el comportamiento de la ciudad, el primer indicador es la satisfacción al transporte público (I8), el cual se relaciona primordialmente a como se siente la gente conforme al precio y los horarios del transporte público, como también la funcionalidad de estos y cómo se comporta el día a día.

El otro indicador establecido fue el indicador de satisfacción a la calidad de espacios públicos (I9), un indicador fuertemente ligado a como se encuentran los espacios públicos (parques, servicios básicos, basureros y el estado de senderos naturales y quebrada naturales) con relación a la contaminación con escombros, basura orgánica o si presentan un deterioro ya sea por grafitis o el mal uso de los espacios públicos.

Por último, tenemos el cuarto requerimiento, asociado a la movilidad (R4) de la ciudad de Algarrobo, en el cual nos encontramos con 5 criterios establecidos para evaluar de mejor manera el índice de sostenibilidad y también observar el grado de deterioro de la zona.

El primer criterio de este requerimiento es asociado principalmente al transeúnte (C6), en el cual este criterio va ligado directamente con el indicador sobre la calidad de movilidad (I10)

de este mismo, asociado a los niveles de servicio de las calzadas que las calles presentan. El segundo criterio es vinculado a los automóviles y las motocicletas (C7), en los que se basó principalmente el indicador de interferencias (I11), la cual aborda parámetros importantes como la incorporación de radares de señalización en la vía, el porcentaje de vehículos estacionados en la calle, etcétera.

El criterio de las bicicletas (C8), que tiene como indicador la calidad de las ciclovías (I12), nos indica principalmente la seguridad de las ciclovías, si presentan luminosidad, señalización y si cumplen con los criterios establecidos por norma. Para el cuarto criterio, se centra principalmente en el criterio de transporte público (C9), en el cual basado a lo estudiado este criterio tiene más importancia (peso) dentro de los requerimientos, en este criterio se evalúa el indicador que se asocia con la calidad de las infraestructuras de las paradas (I13) de buses, si estos presentan una adecuada luminosidad, si se puede sentar y estar cómodo esperando y si existe señalización dentro de otros requisitos establecidos en este estudio.

Del mismo modo, se evalúa el criterio de movilidad sostenible (C10), con un enfoque sustentable que hace referencia al indicador de movilidad activa (I14), la cual se refiere principalmente a la actividad física, la oportunidad de fomentar la movilidad a senderos naturales, la accesibilidad a parques y si las calles están adecuadas para el ejercicio diario de los habitantes.

Los valores respectivos de cada vía en función de estos indicadores son puntuados mediante una escala numérica de 0 hasta 100 (0 como peor condición y 100 como punto máximo de puntuación). Se determinó que este requerimiento es más importante que el R1 y R3, no obstante, presenta menor peso respecto al requerimiento de la infraestructura urbana, ya que este hace como base para evaluar la movilidad del peatón, bicicletas, automóviles y el transporte urbano.

División de Indicadores por Parámetros para Ponderación

El primer indicador es la subdivisión del criterio costos (C1), siendo parte del requerimiento económico (R1). Primero se estableció fijar el valor de un sueldo promedio en la zona. Se sabe que, por decreto desde agosto del 2022 hasta la fecha actual, el sueldo mínimo de un trabajador hasta los 65 años es de \$400.000 pesos chilenos (450 dólares americanos). El estudio de campo, junto con la recopilación de datos fue realizada mediante formulario y encuesta a 10

familias pertenecientes a las 29 vías analizadas. En la tabla 6 son presentados los parámetros y ponderación otorgados para el indicador I1.

Tabla 6

Ponderación del parámetro para el indicador (I1)

Requerimiento: Económico (R1)		
Criterio: Costos (C1)		
Indicador: Asequibilidad del transporte público para familias de menores ingresos		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Financiero	El usuario puede costear sin problema la tarifa mínima de \$50000 pesos mensuales destinados al transporte público	100
	El usuario puede costear justo la tarifa mínima de \$50000 pesos mensuales destinados al transporte público	50
	El usuario NO puede costear la tarifa mínima de \$50000 pesos mensuales destinados al transporte público	0

El segundo indicador es la subdivisión del criterio tiempo (C2), siendo parte del requerimiento económico (R1). Para la evaluación de este indicador fue establecido una ruta para cada vía analizada, un factor tiempo que indica el tiempo recorrido desde cada vía hasta el punto de parada de transporte público más cercano, la distancia recorrida y el tiempo de espera. En la tabla 7 se observa la ponderación para este indicador.

Tabla 7

Ponderación del parámetro para el indicador (I2)

Requerimiento: Económico (R1)		
Criterio: Tiempos (C2)		
Indicador: Patrones de viaje		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Tiempo recorrido	El usuario demora entre 1-15 minutos en llegar a la parada más próxima.	45
	El usuario demora entre 15-30 minutos en llegar a la parada más próxima.	25
	El usuario tarda más de 30 minutos.	0
Distancia recorrida	El usuario tiene que recorrer menos de 100 metros para llegar a la parada más próxima.	35
	El usuario tiene que recorrer entre 100-300 metros para llegar a la parada más próxima.	20
	El usuario tiene que recorrer entre 300-500 metros para llegar a la parada más próxima.	10
	El usuario tiene que recorrer más de 500 metros para llegar a la parada más próxima.	0
Tiempo de espera	El usuario espera menos de 15 minutos en el paradero.	20
	El usuario espera entre 15-20 minutos en el paradero.	10
	El usuario espera más de 20 minutos en el paradero.	0

El tercer indicador de este trabajo es la subdivisión del criterio tiempo (C2), siendo parte del requerimiento económico (R1). Para la evaluación de este indicador fue establecido determinar un horario fijo para la toma de datos de estos parámetros. A continuación, en la tabla 8, se presenta los 2 parámetros para evaluar el indicador I3 de la congestión y retrasos vehiculares en la ciudad de Algarrobo. Para este indicador fue tomado en cuentas los diversos vehículos ligeros tales como los automóviles, motos y vehículos pesado como camiones, camionetas e incluso buses de transporte público y privado.

Tabla 8

Ponderación del parámetro para el indicador (I3).

Requerimiento: Económico (R1)		
Criterio: Tiempo (C2)		
Indicador: Congestión y retrasos		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Nivel de Flujo	A- La vía presenta un flujo libre de vehículos, los cuales pueden circular a velocidad máxima de 100 km por hora	80
	B- La vía presenta un flujo estable de vehículos, los cuales pueden circular a velocidad máxima de 80 km por hora	60
	C- La vía presenta un flujo casi estable de vehículos, los cuales pueden circular a velocidad máxima de 55 km por hora	40
	D- La vía presenta un flujo inestable de vehículos, los cuales pueden circular a velocidad máxima de 45 km por hora	20
	E- La vía presenta un flujo forzado de vehículos, los cuales pueden circular a velocidad máxima de 40 km por hora	0
Volumen de Vehículos	El número de automóviles en los 2 carriles es menor que 500 en horario punta (Vph)	20
	El número de automóviles en los 2 carriles es entre 500-1500 en horario punta (Vph)	10
	El número de automóviles en los 2 carriles es mayor a 1500 en horario punta (Vph)	0

El cuarto indicador de este trabajo es la subdivisión del criterio sobre la condición física actual de los componentes urbanos (C3), siendo parte del requerimiento de la infraestructura (R2). Este requerimiento es el más importante y el que tiene mayor peso en este estudio, ya que primeramente debemos conocer y diagnosticar como se encuentra la estructura vial en la ciudad de Algarrobo, identificando para este indicador el estado de la acera. En la tabla 9 se observa la ponderación para el indicador L4.

Tabla 9

Ponderación del parámetro para el indicador (I4)

Requerimiento: Infraestructura (R2)		
Criterio: Condición física actual de los componentes urbanos tiempo (C3)		
Indicador: calidad de la vereda		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Deterioro de la vereda	A - Calzada en excelente condición. Se presenta plana y sin deformaciones en el tramo analizado. El estado de la calzada se encuentra sin baches, sin fisuración o pérdida de áridos del material. Existe señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. El borde de la vereda está en perfecto estado y en condiciones óptimas	60
	B - Calzada en buena condición. Se presenta plana y con deformaciones leves en el tramo analizado. El estado de la calzada se encuentra sin baches, sin fisuración o pérdida de áridos del material. Ausencia de señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. El borde de la vereda presenta desgaste leve	40
	C - Calzada discontinua y en mala condición. Existe presencia de deformaciones en el tramo analizado. El estado de la calzada se encuentra sin baches, con fisuración y se observa pérdida de áridos del material. No hay señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. El borde de la vereda presenta un desgaste notorio	20
	D - Calzada discontinua y una condición regular. Existe presencia de deformaciones y baches en la mayoría del tramo analizado. El estado de la calzada se encuentra con fisuración en su mayoría y se observa una notable pérdida de áridos del material. No hay señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. El borde de la vereda presenta un desgaste severo	10
	D - Calzada discontinua y en pésima condición. Existe una gran presencia de deformaciones por grietas y baches en todo el tramo analizado. El estado de la calzada se observa una considerable pérdida de áridos del material. No hay señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. El borde de la vereda presenta un desgaste severo. Se necesita reconstrucción con urgencia	0
Iluminación	El tramo presenta iluminación en toda la vereda estudiada con focos en excelente estado	20
	El tramo presenta iluminación en la mayoría de la vereda estudiada, sin embargo, existen algunos focos sin funcionamiento	10
	El tramo NO presenta iluminación en toda la vereda estudiada y con focos en pésimo estado	0
Interrupciones	El tramo no presenta interrupciones que obstaculicen la acera	20
	El tramo presenta entre 1-5 interrupciones que obstaculizan la acera	15
	El tramo presenta entre 6-11 interrupciones que obstaculizan la acera	10
	El tramo presenta más de 11 interrupciones que obstaculizan la acera	0

El quinto indicador es la subdivisión del criterio sobre la condición física actual de los componentes urbanos (C3), siendo parte del requerimiento de la infraestructura (R2). Para el procedimiento y la futura evaluación de este indicador en la etapa de campo, se decidió establecer un patrón de recolección de datos mediante la metodología IMUS (indicador I4).

El parámetro calculado en este indicador es la condición de la carpeta asfáltica, indicando el grado de deterioro de la pista (calle o avenida) y el estado físico actual en que se encuentra.

A continuación, en la tabla 10 se presenta la escala de ponderación del parámetro de la condición de la carpeta asfáltica, basándose en el comportamiento de las vías en función del grado de deterioro del pavimento flexible. Con respecto a lo observado visualmente en el campo, fue necesario utilizar una tabla de niveles de servicio sobre el deterioro de la pista del pavimento según la normativa chilena y el manual de carreteras (MOP), que ayude a comprender y establecer una correcta recopilación de los datos sobre el parámetro a calcular, con el fin de evaluar estos datos cualitativamente y transformarlos después a una escala cuantificativa.

Tabla 10

Ponderación del parámetro para el indicador (I5)

Requerimiento: Infraestructura (R2)		
Criterio: Condición física actual de los componentes urbanos tiempo (C3)		
Indicador: calidad del pavimento		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Condición de la carpeta asfáltica	A - Pista de pavimento en excelente estado. No hay grados de deterioro por fisuras, grietas u otras patologías vinculadas al pavimento en todo el tramo de la vía. Se observa alcantarillas y elementos de saneamiento en buen estado. La vía se encuentra limpia de escombros u otros componentes	100
	B - Pista de pavimento en buen estado. Existe pequeños grados de deterioro por fisuras menores a 3 mm en todo el tramo de la vía. Se observa alcantarillas y elementos de saneamiento en buen estado. La vía se encuentra limpia de escombros u otros componentes	80
	C - Pista de pavimento en estado regular. Existe pequeños grados de deterioro por grietas mayores a 3 mm, la pista posee piel de cocodrilo y no hay pérdida de áridos en todo el tramo de la vía. Se observan alcantarillas tapadas. La vía se encuentra limpia de escombros u otros componentes	40
	D - Pista de pavimento en mal estado. Existe grandes grados de deterioro por grietas mayores a 3 mm, la pista posee piel de cocodrilo y se visualiza pérdida de áridos en gran parte del tramo de la vía. Se observan alcantarillas tapadas. La vía se encuentra sucia de escombros u otros componentes	20
	E - Pista de pavimento en pésimo estado. Existe grandes grados de deterioro por grietas mayores a 3 mm, la pista posee ahuellamiento y se visualiza una totalidad de pérdida de áridos en gran parte del tramo de la vía. Se observan alcantarillas sucias y tapadas. La vía se encuentra sucia de escombros u otros componentes. La vía produce des conforto al transitar y pone en peligro al usuario	0

El sexto indicador es la subdivisión del criterio sobre la condición física actual de los componentes urbanos (C3), siendo parte del requerimiento de la infraestructura (R2). Para el

procedimiento y la futura evaluación de este indicador en la etapa de campo, se decidió establecer un patrón de recolección de datos mediante la metodología IMUS (indicador I4 e I5).

Los parámetros analizados para este indicador son los cruces peatonales y las rampas, indicando si el paso peatonal resulta seguro para el usuario y si cumplen las condiciones de establecer un paso seguro para el peatón, ya sea si están marcados para la visualización de los vehículos, si posee semáforos y señalización adecuada y por último, si las rampas están condicionadas para la gente con discapacidades y si el grado de inclinación de las rampas cumplen con la normativa adecuada (12% de inclinación) y si poseen rampas antideslizantes. Ante todo, lo descrito, se presenta la tabla 11 de parámetros para la evaluación del indicador sobre la calidad de las intersecciones (I6).

Tabla 11

Ponderación del parámetro para el indicador (I6)

Requerimiento: Infraestructura (R2)		
Criterio: Condición física actual de los componentes urbanos tiempo (C3)		
Indicador: calidad de las intersecciones		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Cruce peatonal	El cruce peatonal proporciona conforto al usuario con discapacidades, se denota bien las marcaciones del cruce peatonal. Existe la presencia de señalización (semáforos o señalética) y sin presencia de obstáculos.	60
	El cruce peatonal proporciona cierto conforto al usuario con discapacidades, pero no existen las marcaciones del cruce peatonal. La presencia de señalización (semáforos o señalética) y sin presencia de obstáculos.	30
	El cruce peatonal NO proporciona conforto al usuario con discapacidades, No se presentan las marcaciones del cruce peatonal. Ausencia de señalización (semáforos o señalética) se visualiza presencia de obstáculos	0
Rampas	Las rampas son antideslizantes y proporcionan conforto al usuario con discapacidades (sin problemas en las juntas).	40
	Las rampas no cumplen con la normativa estipulada y NO proporcionan conforto al usuario con discapacidades (se evidencia problemas en las juntas).	0

El séptimo indicador parte de la subdivisión del criterio sobre la seguridad de los usuarios (C4), siendo parte del requerimiento social (R3). En este requerimiento se establecen bases para conocer al sector más vulnerable y a los habitantes de la ciudad con respecto a cómo ellos se sienten con respecto a la seguridad vial y como encuentran el transporte público, es decir, si cumplen las demandas establecidas por el usuario.

Este requerimiento presenta un menor peso que los demás requerimientos, aunque posee mucha importancia en el ámbito civil y según la agenda 2030, ya que este requerimiento pone en práctica los principios e iniciativa de esta nueva etapa de ingeniería abordando al ciudadano y como este se envuelve en la sociedad y el medio ambiente. A continuación, en la tabla 12 se presentan los parámetros calculados.

Tabla 12

Ponderación del parámetro para el indicador (I7)

Requerimiento: Social (R3)		
Criterio: Seguridad de los usuarios (C4)		
Indicador: Seguridad vial		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Seguridad hacia el peatón	El conductor obedece y respeta las señales de tránsito, fomentando una movilidad activa y evitando un accidente vial.	50
	El conductor NO obedece NI respeta las señales de tránsito, facilitando un accidente vial, pérdidas sociales y económicas.	0
	El conductor de un vehículo al acercarse a una zona o franja de seguridad reduce la velocidad del vehículo o se detiene si el paso de peatones así lo exige.	30
	El conductor de un vehículo al acercarse a una zona o franja de seguridad NO reduce la velocidad del vehículo o se detiene si el paso de peatones así lo exige.	0
Seguridad hacia el conductor	El peatón respeta las señales de tránsito, espera paciente y de forma calmada para cruzar, evitando causar algún tipo de accidente en la vía y facilitando los tiempos de recorrido de ambos modales.	20
	El peatón cruza a mitad de la calle y sin previo aviso, llegando incluso a comenzar disputas o peleas con otros usuarios, facilitando accidentes viales, congestión y retrasos a los demás usuarios	0

El octavo indicador es la subdivisión del criterio sobre la satisfacción de la gente (C5), siendo parte del requerimiento social (R3). Para la evaluación de este criterio, se establece un indicador relacionado al indicador de la satisfacción al transporte público, abarcando diferentes facetas, asociadas a los costos de estos, como también a la calidad de los buses o taxis, a la frecuencia, al recorrido, a la innovación tecnológica que estos presentan y a la comodidad que el transporte les ofrece. En la tabla 13 son mostrados los parámetros calculados.

Tabla 13

Ponderación del parámetro para el indicador (I8)

Requerimiento: Social (R3)		
Criterio: Satisfacción de la gente (C5)		
Indicador: Satisfacción al transporte público		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Valor	La población está de acuerdo con el precio del transporte público es acorde a lo estipulado por el ministerio de transporte.	35
	La población NO está de acuerdo con el precio del transporte público es acorde a lo estipulado por el ministerio de transporte.	0
Calidad del Transporte	Los buses o taxis presentan una buena condición al subirse a estos medios. Asientos en buen estado, buen clima y aroma. No hay pinturas ni rayados en el transporte.	25
	Los buses o taxis presentan una pésima condición al subirse a estos medios. Asientos en mal estado, mal ambiente, aromas no agradables. Se visualiza pinturas y rayados en el transporte que reducen el confort del usuario	0
Comodidad	El peatón siente comodidad al usar los distintos tipos de transporte.	10
	El peatón no parece prestarle atención a la comodidad al usar un transporte.	5
	El peatón siente incomodidad al usar los distintos tipos de transporte, ya sean por diversos factores.	0
Recorrido	La gente se siente satisfecha por el recorrido de los transportes (bus ruta fija, taxi dependerá del chofer).	10
	La gente NO se siente satisfecha por el recorrido de los transportes (mala ubicación de paraderos, poca ruta establecida, etc.)	0
Frecuencia	La gente se siente satisfecha por la frecuencia de los transportes públicos (bus 17 minutos en horario punta, 25 minutos en horario normal; taxi no establecido).	10
	La gente NO se siente satisfecha por la frecuencia de los transportes públicos.	0
Innovación tecnológica	La gente se siente satisfecha por la innovación de una aplicación que determina la hora estimada del bus más próximo.	10
	La gente NO se siente satisfecha por la innovación, ya que esta aplicación presenta fallos y problemas de conectividad.	0

El noveno indicador se trata de la subdivisión del criterio sobre la satisfacción de la gente (C5), siendo parte del requerimiento social (R3). Para la evaluación de este criterio, se establece un indicador relacionado al indicador de la satisfacción de los espacios públicos, al igual que el indicador anterior, este también presenta diversas facetas relacionadas principalmente al cuidado de los parques públicos, playas públicas, senderos naturales, conectividad debida a las quebradas naturales, delincuencia, contaminación de residuos, protección de la flora y fauna, entre otros. En la tabla 14 se observan las ponderaciones calculadas.

Tabla 14

Ponderación del parámetro para el indicador (I9).

Requerimiento: Social (R3)		
Criterio: Satisfacción de la gente (C5)		
Indicador: Satisfacción a los espacios públicos		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Parques	La población está satisfecha por el cuidado de los parques y el fomento a las actividades físicas por parte de la municipalidad de Algarrobo.	35
	La población NO está satisfecha por la basura en los parques y por los grafitis, carteles o propagandas que se encuentran en estos.	0
Playas	La gente se siente atraída por el cuidado de las playas, el respeto al medio ambiente y al fomento de turismo y al deporte en la zona.	25
	La gente siente rechazo por el exceso de basura y la poca conciencia que afecta al ecosistema, atrayendo a gente que no cuida al entorno.	0
Contaminación	El peatón siente conformidad con el servicio de colecta de basura y reciclaje.	10
	El peatón no parece opinar sobre la contaminación	5
	El peatón siente inconformidad al incremento de basura en la zona y a la poca conciencia.	0
Delincuencia	La gente se siente satisfecha por el servicio y trabajo de carabineros, se sienten seguros al andar por las calles.	10
	La gente NO se siente segura al andar por las calles, hay incremento de robos en vías públicas y parques.	0
Conectividad	La gente se siente satisfecha al estar situada en quebradas naturales, ya que favorecen a la flora y fauna.	20
	La gente NO se siente satisfecha por las quebradas, porque impide la conectividad en la ciudad y la señal que hay es débil.	0

El décimo indicador proviene de la subdivisión del criterio sobre el transeúnte (C6), siendo parte del requerimiento movilidad (R4). Este requerimiento establece indicios para evaluar de mejor manera el índice de sostenibilidad y también observar el grado de deterioro de la zona. Por esta razón este requerimiento presenta más importancias que los requerimientos R1 y R3.

Para la evaluación del indicador de calidad de movilidad, nos centraremos únicamente en el peatón y en la forma en que este se traslada (mediante la calzada). La metodología empleada en este requerimiento es estipulada por la metodología IMUS. Los parámetros y sus ponderaciones son presentadas en la tabla 15.

Tabla 15

Ponderación del parámetro para el indicador (I10)

Requerimiento: Movilidad (R4)		
Criterio: Transeúnte (C6)		
Indicador: calidad de movilidad		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Densidad de la acera	Nivel A- Espacio por m2 del peatón es mayor a 5.60 y la tasa de flujo del peatón por minuto por metro es menor o igual a 16	30
	Nivel B- Espacio por m2 del peatón es entre 2.2 a 5.6 y la tasa de flujo del peatón por minuto por metro es entre 16 a 33	20
	Nivel C- Espacio por m2 del peatón es entre 0.75 a 2.2 y la tasa de flujo del peatón por minuto por metro es entre 33 a 75	10
	Nivel D- Espacio por m2 del peatón es menor a 0.75 y la tasa de flujo del peatón por minuto por metro es variable	0
Interrupciones	La acera no presenta interrupciones	30
	La acera presenta entre 1-6 interrupciones	20
	La acera presenta entre 7-11 interrupciones	10
	La acera presenta más de 12 interrupciones	0
Eliminación de Residuos	El tramo presenta botes de basura para eliminar desechos y no contaminar el ambiente	10
	El tramo NO presenta botes de basura	0
Semáforos	La vía presenta semáforos para la seguridad del peatón	10
	La vía NO presenta semáforos para el peatón	0
Protección	La vía presenta barras de seguridad contra vehículos	10
	La vía NO presenta barras de seguridad	0
Sombra	La vía cuenta con más de 50 árboles, dando sombra al usuario	10
	La vía cuenta con menos de 50 árboles o ningún	0

El onceavo indicador entra en la subdivisión del criterio sobre el Automóviles y motos (C7), siendo parte del requerimiento movilidad (R4). Este requerimiento establece indicios para evaluar de mejor manera el índice de sostenibilidad y también observar el grado de deterioro de la zona.

Para la evaluación del indicador de calidad de movilidad, se centra únicamente en los vehículos ligeros como las motos y automóviles privados y en la forma en que estos se trasladan (mediante la pista de pavimento flexible). La metodología empleada en este requerimiento es estipulada por la metodología IMUS. En la tabla 16 se observan las ponderaciones calculadas para este indicador.

Tabla 16

Ponderación del parámetro para el indicador (I11)

Requerimiento: Movilidad (R4)		
Criterio: Automóviles y Motos (C7)		
Indicador: Interferencias		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Semáforos	La vía presenta Semáforos para los Vehículos	20

	La vía NO presenta Semáforos para los Vehículos	0
Señalización	La vía presenta señalización para los vehículos	20
	La vía NO presenta señalización para los vehículos	0
Iluminación	El tramo presenta iluminación en toda la pista estudiada con focos en excelente estado	20
	El tramo NO presenta iluminación en toda la pista estudiada con focos en excelente estado	0
Vehículos estacionados	Poco o no existe congestión de vehículos aparcados en la vía	20
	Mucha congestión de vehículos aparcados	0
Interrupciones	La vía no presenta interrupciones	20
	La vía presenta entre 1-6 interrupciones	15
	La vía presenta entre 7-11 interrupciones	10
	La vía presenta más de 12 interrupciones	0

El doceavo indicador de este trabajo es la subdivisión del criterio sobre las bicicletas (C8), siendo parte del requerimiento movilidad (R4). Este requerimiento establece indicios para evaluar de mejor manera el índice de sostenibilidad y también observar el grado de deterioro de la zona.

Para la evaluación del indicador de calidad de movilidad, se evalúan únicamente en las bicicletas (i.e., patines y scooter incluidos) y en la forma en que estos se trasladan (i.e., mediante la pista de ciclovía de pavimento flexible). La metodología empleada en este requerimiento es estipulada por la normativa americana AASHTO 93. En la tabla 17 son presentados los valores ponderados para este indicador.

Tabla 17

Ponderación del parámetro para el indicador (I12)

Requerimiento: Movilidad (R4)		
Criterio: Bicicletas (C8)		
Indicador: calidad de ciclovías		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Pista sustentable	El tramo estudiado presenta ciclovías	30
	El tramo estudiado NO presenta ciclovías	0
Iluminación	El tramo presenta iluminación en toda la pista estudiada con focos en excelente estado	20
	El tramo NO presenta iluminación en toda la pista estudiada	0
Semáforos	La vía presenta semáforos para las bicicletas	20
	La vía NO presenta Semáforos para las bicicletas	0
Seguridad	Existe conciencia de la ciclovía por parte de los vehículos	20
	NO existe respeto hacia las bicicletas	0
Actividad Física	Se fomenta la actividad física	10
	No hay indicios de actividad física	0

El treceavo indicador es la subdivisión del criterio sobre el transporte público (C9), siendo parte del requerimiento movilidad (R4). Para la evaluación del indicador de calidad de movilidad, son tomados en consideración los ómnibus (i.e., micro-ómnibus) y en los taxis o colectivos y en

la forma en que estos se trasladan (i.e., mediante la pista de pavimento flexible). La metodología empleada en este requerimiento es estipulada por la metodología IMUS. En la tabla 18 se muestran los parámetros y ponderaciones estipuladas.

Tabla 18

Ponderación del parámetro para el indicador (I13)

Requerimiento: Movilidad (R4)		
Criterio: Transporte público (C9)		
Indicador: calidad de las paradas		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Seguridad	Sin antecedentes de robo o asalto hacia los usuarios	20
	Robos violentos hacia los usuarios	0
Señalización	Señalización en estado excelente (Información detallada de buses y taxis)	30
	Señalización regular	10
	Sin señalización o señalización en estado deplorable	0
Estado de las paradas	Parada de Bus en excelente estado	30
	Parada de Bus en estado regular	10
	Parada de Bus en mal estado	0
Tiempo de espera	Menos de 15 minutos	20
	Mas de 15 minutos	0

El último indicador se emplea por medio de la subdivisión del criterio sobre la movilidad sustentable (C10), siendo parte del requerimiento movilidad (R4). Para la evaluación del indicador de calidad de movilidad, nos centraremos únicamente en la actividad física y deportes asociados al usuario en las vías, en la motivación de esto en hacer ejercicio y fomentar la movilidad activa en toda la ciudad. En la tabla 19 son enlistados las ponderaciones para el indicador suscrito.

Tabla 19

Ponderación del parámetro para el indicador (I14)

Requerimiento: Movilidad (R4)		
Criterio: Movilidad sustentable (C10)		
Indicador: movilidad activa		
Parámetro	Característica del parámetro	Escala Ponderada
Vida sana	El tramo estudiado permite o fomenta la actividad física durante el día o noche	40
	El tramo estudiado NO permite ni fomenta la actividad física durante el día o noche	0
Movilidad con conciencia	Optar por trasladarse a un lugar mediante la caminata o bicicleta (Número de usuarios caminando o en bicicleta por el tramo)	40
	No salir de casa o utilizar medio de transporte que requieran combustibles o elementos que dañen al ecosistema	0

Cuerpo sano	Usuarios realizando algún tipo de deporte o actividad física (pasear mascotas) en el tramo estudiado	20
	Sedentarismo	0

Composición de la Función de Valor (fv) para los Indicadores

la metodología MIVES evalúa las alternativas representativas sobre un problema específico. En el caso de esta investigación, estas alternativas son establecidas como las vías interurbanas de Algarrobo, son 29 alternativas (calles o avenidas asfaltadas) que evalúan un porcentaje del estado actual de la ciudad.

cada indicador establecido en este trabajo de conclusión ha sido modificado por la función de valor según los parámetros de cada indicador. Por estos parámetros, la función de valor toma diversas formas, dichas formas son representadas con forma de S, cóncava, convexa y lineal, dependiendo de los parámetros ($X_{\max}$, $X_{\min}$, C, K y P) a evaluar y por la opinión de los expertos en el área de transportes.

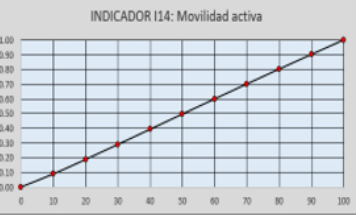
Así, en la tabla 20 son presentadas las funciones de valor para cada uno de los indicadores, en donde se asocian con sus respectivos requerimientos y criterios conforme el árbol de requerimientos.

Tabla 20

Funciones de valor vinculadas a los indicadores.

Requerimientos (Nivel 1)	Criterios (Nivel 2)	Indicadores (Nivel 3)	Función de valor
Económicos (R1)	Costos (C1)	Accesibilidad del transporte público para familias de menores ingresos (I1)	
	Tiempo (C2)	Patrones de viaje (I2)	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Automóvil y Motos (C7)	Interferencias (I11)		
Bicicletas (C8)	Calidad de ciclovías (I12)		
Transporte público (C9)	Calidad de las paradas (I13)		
Movilidad sustentable (C10)	Movilidad activa (I14)		

Por otro lado, la función de valor tiene como objetivo convertir los indicadores medidos en unidades físicas a una escala común de unidades adimensionales. Esta conversión posibilita la integración ordenada y coherente de atributos de distinta naturaleza. La función de valor se establece a partir de cuatro parámetros que, al ajustarse, permiten representar diferentes tipos de tendencias (creciente o decreciente), conforme a la ecuación 1.

$$V_{indicador} = A * B * (1 - e^{-k_i * (\frac{X - X_{min}}{C_i})^{P_i}}), \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

A = valor que genera la abscisa "Xmin", generalmente A = 0;

Xmin = abscisa del indicador que produce un valor igual a “A”;

X = abscisa del indicador evaluado que genera un valor igual a Vind;

Pi = determina la pendiente de la curva en el punto de inflexión (Ci, Ki) y define la forma de la curva;

Ci = en las curvas con forma de “S”, este factor establece el valor de la abscisa alrededor del punto de inflexión;

Ki = define el valor de la ordenada correspondiente al punto Ci.

Por otro lado, el parámetro “B” (ecuación 2) es el factor que garantiza que la ecuación 1 se mantenga dentro del intervalo entre 0 y 1.

$$B = \left(1 - e^{-k_i \left(\frac{|X_{\max} - X_{\min}|}{C_i}\right)^{P_i}}\right)^{-1} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Para obtener el “Vcriterio” con respecto a los criterios seleccionados se aplica la ecuación 3, la cual representa la suma del producto entre los indicadores que pertenecen a un mismo criterio y sus respectivos pesos. En este caso son evaluados costos, tiempos, condición física de los componentes urbanos, seguridad de los usuarios, transeúntes, vehículos ligeros.

$$V_{\text{criterio}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{indicador } i} * W_i \quad (\text{Ecuación 3})$$

De esta forma, el modelo permite también evaluar las vías en sus cuatro ejes principales: económico, infraestructura, social y movilidad. La ecuación 4 permite obtener el “Vrequerimiento” asociado a cada requerimiento a partir de la suma de los productos de cada criterio y sus respectivos pesos definidos previamente.

$$V_{\text{requerimiento}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{criterio } i} * W_i \quad (\text{Ecuación 4})$$

Finalmente, para obtener el “índice de sostenibilidad – alternativa” de cada vía asociada, es a partir de la ecuación 5, que representa la suma de los productos de los requerimientos de forma global y el peso asociado al mismo.

$$V_{\text{índice de sostenibilidad-alternativa}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{requerimiento } i} * W_i \quad (\text{Ecuación 5})$$

Así, el índice de sostenibilidad para este estudio permite diagnosticar el estado de conservación o deterioro de las distintas vías analizadas.

Fórmulas y Ecuación

En medio de un texto, las fórmulas y ecuaciones deben representarse en línea. Debe utilizarse un espaciado mayor que contemple sus elementos (exponentes, índices y otros). Cuando se presentan fuera del párrafo, deben alinearse a la izquierda. Si hay varias fórmulas o ecuaciones, deben identificarse con números arábigos secuenciales a lo largo del texto y entre paréntesis () en el extremo derecho de la línea. Si las ecuaciones o fórmulas se dividen en más de una línea por falta de espacio, deben interrumpirse antes del signo igual "=" o después de los signos de suma y resta.

Ecuación de ejemplo:

$$d(AB) = \frac{dV}{dH} \times 100 \quad (1)$$

dónde:

d(AB)= pendiente expresada en porcentaje

dV= distancia vertical (equidistancia)

dH = distancia horizontal

Fórmulas de ejemplo:

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 5 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 5 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Marcadores

Los marcadores son divisiones enumerativas que se refieren a un período del párrafo. Se observa la siguiente configuración:

- a) el texto antes del primer marcador termina con dos puntos;
- b) comenzar con sangría de párrafo y estar escritos con interlineado normal;
- c) se enumeran con letras minúsculas ordenadas alfabéticamente, seguidas de un signo de cierre entre paréntesis. Si la cantidad de marcador excede el número de letras del alfabeto, use letras duplicadas: aa), ab), ac), etc.;

- d) el texto del marcador comienza con letra minúscula, excepto en el caso de comenzar con nombres propios, y termina con punto y coma, excepto la última, que termina con punto.

Como en el siguiente ejemplo:

- a) los espacios entre marcadores son de 0,75 sangrías izquierdas por 0,5 de desplazamiento;
- b) los espacios entre marcadores son de 0,75 sangrías izquierdas por 0,5 de desplazamiento;
- c) los espacios entre marcadores son de 0,75 sangrías izquierdas por 0,5 de desplazamiento.

RESULTADOS

El procedimiento se desarrolló en 3 etapas: levantamiento de datos in situ, construcción de funciones de valor para cada indicador y ponderación de los pesos relativos mediante el método AHP. La calibración local del modelo consideró las condiciones territoriales, ambientales y socioeconómicas propias de la ciudad, ajustando los parámetros de las funciones de valor a partir de la realidad observada en cada vía.

Los pesos finales de los requerimientos fueron validados por consistencia matricial, obteniéndose valores coherentes con las características urbanas de la zona: infraestructura, movilidad, economía y social. Esta calibración permitió construir un índice global de sostenibilidad (IG) para cada vía, con valores entre 0 y 1, donde los resultados más bajos indican condiciones críticas de deterioro.

En la tablas 21, 22 y 23 son presentadas las respuestas de la función de valor para los requerimientos de las 29 vías analizadas.

Tabla 21

Respuesta de la función de valor conforme los requerimientos de las vías 1 a 10.

REQUERIMIENTO	Valor Requerimiento por la función de valor									
	N° de vía analizada									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Económicos (R1) 15%	0.73	0.71	0.72	0.69	0.88	0.83	0.61	0.66	0.71	0.61
Infraestructura (R2) 45%	1.00	0.54	0.31	0.53	1.00	0.96	0.96	0.51	0.96	0.55
Social (R3) 10%	0.84	0.68	0.52	0.57	0.85	0.77	0.57	0.58	0.69	0.60
Movilidad (R4) 30%	0.91	0.57	0.56	0.50	0.93	0.82	0.55	0.44	0.52	0.68

Tabla 22

Respuesta de la función de valor conforme los requerimientos de las vías 11 a 20.

REQUERIMIENTO	Valor Requerimiento por la función de valor									
	N° de vía analizada									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Económicos (R1) 15%	0.8	0.66	0.54	0.59	0.6	0.42	0.62	0.8	0.67	0.54
Infraestructura (R2) 45%	0.94	1.00	0.99	0.98	1	0.98	0.99	0.99	0.51	0.94
Social (R3) 10%	0.89	0.62	0.48	0.73	0.64	0.54	0.58	0.79	0.64	0.47
Movilidad (R4) 30%	0.60	0.92	0.92	0.90	0.96	0.73	0.59	0.51	0.51	0.47

Tabla 23

Respuesta de la función de valor conforme los requerimientos de las vías 20 a 29.

Valor Requerimiento por la función de valor									
REQUERIMIENTO	N° de vía analizada								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Económicos (R1) 15%	0.39	0.30	0.35	0.33	0.33	0.32	0.33	0.23	0.29
Infraestructura (R2) 45%	0.09	0.16	0.30	0.29	0.29	0.15	0.29	0.16	0.28
Social (R3) 10%	0.42	0.37	0.50	0.50	0.47	0.40	0.41	0.37	0.59
Movilidad (R4) 30%	0.39	0.55	0.61	0.69	0.54	0.32	0.32	0.39	0.73

El requerimiento económico (R1) presentó un comportamiento intermedio, con valores entre 0.39 y 0.94. Las zonas más cercanas al borde costero y a los ejes comerciales evidencian una mayor accesibilidad al transporte y menores costos de desplazamiento, mientras que las vías interiores presentan limitaciones económicas y de conectividad, lo que incrementa el gasto de transporte y reduce la eficiencia del sistema vial.

Para el requerimiento de infraestructura (R2), con pesos del 45%, mostró una amplia variabilidad entre 0.30 y 1.00, destacándose como el factor de mayor influencia en el índice global. Las vías céntricas (como las numeradas del 11 al 17) presentan valores superiores a 0.90, lo que indica una adecuada condición estructural, mientras que las vías periféricas (21 a 29)

presentan valores inferiores a 0.60, confirmando un deterioro notable del pavimento, aceras y señalización.

En cuanto al requerimiento social (R3), los valores se mantienen en un rango de 0.40 a 0.88, evidenciando un deterioro en la percepción de seguridad, en el estado de los espacios públicos y en la accesibilidad universal. Las vías con menores valores corresponden a sectores con baja densidad de población permanente y deficiencias en iluminación y equipamientos urbanos.

Finalmente, el requerimiento de movilidad (R4) mostró valores entre 0.32 y 0.92, confirmando desigualdades en la calidad del transporte y la infraestructura peatonal. Los tramos con mejor desempeño se ubican en el centro urbano, donde existe mayor cobertura de transporte público y mejores condiciones para la movilidad activa. En contraste, los valores inferiores a 0.50, observados en las vías 21 a 29, reflejan un déficit en conectividad, paradas de buses y señalización, coincidiendo con los sectores de menor prioridad urbana.

De esta forma, se calcula el índice global de sostenibilidad (IG) para las vías urbanas estudiadas y son presentadas en la tabla 24.

Tabla 24

Índice global de sostenibilidad para todas las vías urbanas.

REQUERIMIENTO	N° de vía analizada									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0.92	0.59	0.47	0.55	0.95	0.88	0.75	0.52	0.76	0.60
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Índice global (IG) de sostenibilidad	0.82	0.89	0.85	0.87	0.89	0.78	0.77	0.79	0.55	0.69
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	0.26	0.32	0.42	0.44	0.39	0.25	0.32	0.26	0.45	

Con estos resultados es posible identificar las vías más críticas y que requieren una intervención inmediata y diferenciar aquellas que pueden programarse a mediano o largo plazo. las zonas más alejadas del borde costero y del centro urbano son las que presentan los índices más bajos.

Por otro lado, se puede clasificar las vías según su desempeño (i.e., alta, media, baja) conforme la tabla 25, llevando en consideración características principales en las vías.

Tabla 25

Jerarquización de intervención.

Nivel de prioridad	Intervalo IG	Características principales
Alta	< 0,5	Pavimento deteriorado, falta de veredas, baja conectividad, inseguridad
Media	0,5–0,7	Desgaste superficial, iluminación deficiente, congestión moderada
Baja	> 0,7	Buen estado general, mantenimiento preventivo suficiente

En ese sentido, las vías con con menor índice global de sostenibilidad ($IG < 0,5$) y, por tanto, prioritarias de intervención son:

- Calle El Mercado (3)
- Calle Pacífico (21)
- Calle Miraflores (22)
- Calle Aguas Verdes (23)
- Av. Bahía Mansa (24)
- Av. Peñablanca (25)
- Calle El Espino (26)
- Calle Los Pelícanos (27)
- Calle San Pedro (28)
- Av. Santa Teresa de los Andes (29)

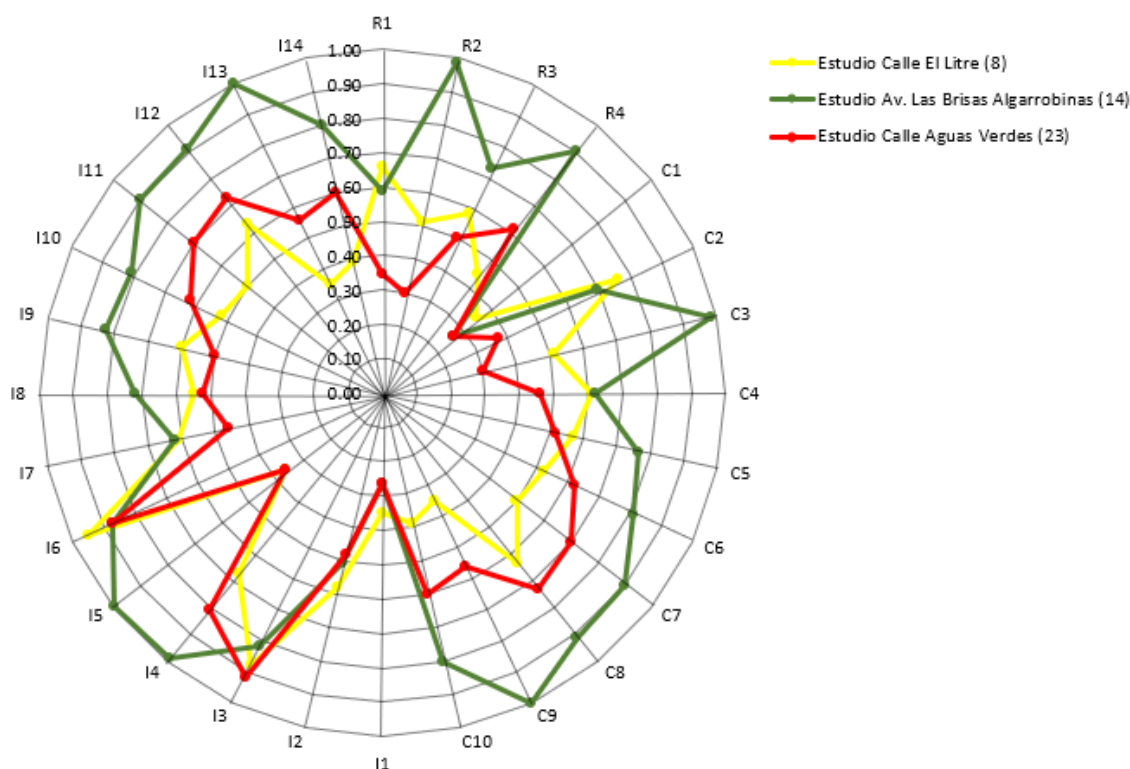
La clasificación obtenida permitió definir un conjunto de diez vías en condición crítica que demandan atención prioritaria. Estas zonas concentran problemas simultáneos de infraestructura, movilidad y seguridad, evidenciando la necesidad de estrategias de mantenimiento integral y planificación urbana orientadas a la equidad territorial.

Para una mayor comprensión y análisis visual, se realiza un gráfico radial para comparar los valores de los 4 requerimientos con 3 vías representativas que se encajen en un nivel de prioridad alta, media y baja (ver gráfico 1).

Por otro lado, en el gráfico 2, se observa un promedio de los requerimientos para las vías céntricas (1-17) y las periféricas (18-29) donde se puede reflejar una desigualdad territorial en las vías urbanas, lo que respalda una priorización de inversión en las zonas periféricas.

Gráfico 1

Comparación de vías representativas.



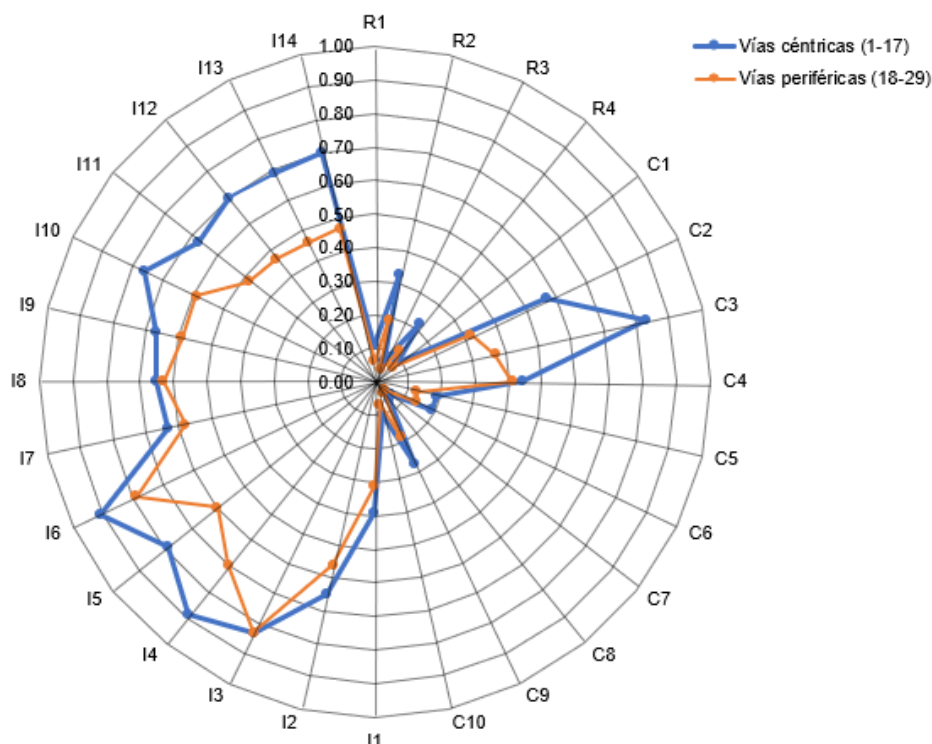
La Av. Las Brisas (Vía 14) presenta valores elevados y estables en casi todos los indicadores, con amplitudes próximas a 0.9 en los requerimientos de Infraestructura (R2) y Movilidad (R4), lo que refleja una estructura vial consolidada, buen estado del pavimento, adecuada señalización y accesibilidad. Este comportamiento confirma su clasificación como una vía en condición óptima de sostenibilidad urbana, o sea, un nivel de prioridad bajo.

La Calle El Litre (Vía 8) exhibe un patrón intermedio, con valores aceptables en indicadores de infraestructura y movilidad, pero con oscilaciones significativas en los factores sociales y económicos. Esta variabilidad sugiere una transición funcional entre zonas céntricas y periféricas, donde el nivel de servicio urbano aún es adecuado, pero muestra signos de deterioro progresivo, lo que la cataloga con un nivel de prioridad medio.

Por el contrario, la Calle Aguas Verdes (Vía 23) muestra valores consistentemente bajos, en algunos indicadores inferiores a 0,4, especialmente en los vinculados a infraestructura básica (I6, I9) y condiciones sociales (I10–I12). Esto refleja un entorno urbano deteriorado, con deficiencias en el equipamiento peatonal, baja percepción de seguridad y escasa conectividad con el transporte público, ubicándola en el grupo de vías críticas o prioritarias de intervención.

Gráfico 2

Promedio de requerimientos por zona.



Las vías céntricas presentan valores consistentemente más altos en casi todos los indicadores, especialmente en aquellos vinculados con los requerimientos de infraestructura (R2) y movilidad (R4), donde se alcanzan valores cercanos a 0.7–0.8. Este comportamiento refleja una mayor calidad constructiva, mejor mantenimiento de pavimentos y veredas, así como una mayor accesibilidad al transporte público y disponibilidad de infraestructura peatonal.

En contraste, las vías periféricas muestran valores inferiores a 0.4 en la mayoría de los indicadores, lo que indica deficiencias generalizadas en las condiciones estructurales y funcionales del sistema vial. Los indicadores C4, C5, C7 y C8, relacionados con la cobertura de servicios, la continuidad peatonal y la señalización, son particularmente bajos, lo que revela falta de planificación y mantenimiento urbano en los sectores exteriores. De igual manera, los indicadores I3, I8 e I11, asociados a la seguridad, confort y accesibilidad universal, presentan los valores más reducidos, evidenciando problemas de inequidad y exclusión en la movilidad urbana.

En síntesis, esta desigualdad territorial refuerza la necesidad de políticas públicas que integren criterios de equidad urbana, mantenimiento preventivo y conectividad sostenible para mejorar la calidad de vida en los sectores más alejados del centro urbano.

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo MIVES en las vías urbanas de Algarrobo reflejan un panorama crítico en materia de sostenibilidad vial, evidenciando que el deterioro de la infraestructura no solo afecta la funcionalidad física de las vías, sino también el desarrollo económico y social del territorio. El análisis integral de los cuatro requerimientos evaluados (i.e., económico, infraestructura, social y movilidad) permitió observar interrelaciones significativas entre ellos, confirmando la naturaleza sistémica del problema urbano.

El bajo desempeño del requerimiento económico (R1) en vías periféricas indica la existencia de un patrón espacial de desigualdad en el acceso al transporte público y en los costos asociados a la movilidad. Esta situación coincide con lo descrito por Berbeo (2021) y Dangong-Gibson et al. (2013), quienes señalan que las zonas marginales tienden a presentar menor accesibilidad y mayor dependencia de medios de transporte informales, acentuando las brechas socioeconómicas. La falta de conectividad y planificación del transporte público en Algarrobo refuerza la necesidad de políticas que integren criterios de equidad territorial en la inversión vial.

Respecto al requerimiento de infraestructura (R2), los valores inferiores a 0.225 revelan deficiencias estructurales generalizadas en veredas, rampas y pavimentos. Estos resultados coinciden con los planteamientos del Ministerio de Obras Públicas de Chile (2021), que vincula el mal estado de las vías con un incremento en los costos operativos del transporte, mayor riesgo de accidentes y disminución de la calidad ambiental. La concentración de vías deterioradas fuera del centro urbano sugiere que el mantenimiento municipal prioriza las zonas turísticas, en detrimento de sectores residenciales permanentes.

El componente social (R3) mostró una clara relación entre deterioro urbano, inseguridad y pérdida de espacios públicos. Esta tendencia respalda las observaciones de García y Doménech (2015), quienes afirman que la degradación del espacio público reduce la cohesión social y desincentiva la movilidad activa. En el caso de Algarrobo, la desigual distribución de los servicios urbanos y la inseguridad percibida constituyen factores limitantes para el uso equitativo del espacio urbano.

Por su parte, el índice de movilidad (R4) reflejó un deterioro pronunciado en las condiciones de tránsito y en la accesibilidad a los servicios de transporte, especialmente en áreas alejadas del borde costero. Este hallazgo coincide con estudios de Villegas et al. (2020) y Ulak et al. (2021), que asocian la falta de infraestructura segura e iluminada con una disminución en la

movilidad peatonal y un aumento del riesgo vial. En consecuencia, la ciudad presenta un modelo de movilidad centrado en el vehículo motorizado, lo que limita el desarrollo de alternativas sostenibles como la caminata o el ciclismo urbano.

El índice global de sostenibilidad (IG) que obtuvo valores entre 0.3 y 0.7 evidencia un comportamiento heterogéneo en la calidad de las vías. Aproximadamente el 34.4 % de las vías presentan un estado crítico, lo que confirma la falta de planificación integral y de gestión preventiva en la conservación urbana. Este resultado es coherente con estudios internacionales (Eimansouri et al., 2020; Llopis et al., 2020) que explican la relación directa entre el deterioro físico de la infraestructura y la reducción de la eficiencia en la movilidad urbana.

En síntesis, los hallazgos del modelo MIVES en Algarrobo revelan que la problemática de la movilidad urbana va más allá de un enfoque técnico de pavimentación o reparación de vías; se trata de un fenómeno multidimensional donde la infraestructura, la equidad social y la sostenibilidad ambiental interactúan de forma inseparable. La priorización de intervenciones en zonas críticas, junto con la incorporación de criterios multicriterio en la gestión pública, permitiría orientar las inversiones hacia una movilidad más inclusiva y resiliente.

CONCLUSIONES

Este estudio logró optimizar y validar la herramienta MIVES para la evaluación del deterioro vial en Algarrobo, Chile, permitiendo obtener un Índice de Condición Infraestructural para la sección transversal completa de las vías urbanas. La metodología de levantamiento de datos IMUS, adaptada de Brasil, demostró ser altamente efectiva para la planificación y ejecución en el contexto chileno.

Mediante la aplicación de la metodología MIVES y el Modelo de Proceso Analítico Jerárquico (AHP), se evaluaron 29 vías, cuantificando indicadores y estableciendo el peso ponderado de los criterios y requerimientos (económico, infraestructural, social y movilidad).

Los resultados de la evaluación arrojaron las siguientes conclusiones clave sobre la situación actual de Algarrobo:

1. Deterioro Vial Significativo: El 34.4% de las vías analizadas (10 vías) se encuentra en estado de deterioro, con casos graves como la Vía 29 (Av. Santa Teresa de los Andes), que no cumple con el dimensionamiento reglamentario de la calzada, y la Calle El Mercado (Vía 3), que presenta ahuellamiento y problemas sanitarios.

2. Desequilibrio Urbano y Desigualdad: Se evidencia un notorio desequilibrio en la calidad de la infraestructura entre la zona turística/comercial (mayormente beneficiada por mantenciones recientes) y las localidades más alejadas del centro. Este déficit afecta a zonas con elevada desigualdad socioeconómica, reflejándose en la falta de transporte público, iluminación deficiente y mayor deterioro de las vías.
3. Factores que Limitan la Conectividad: La presencia de cuencas naturales y quebradas obstruye la conectividad en las zonas periféricas, incrementando los tiempos y costos de desplazamiento para los usuarios.
4. Movilidad y Ciclismo: Si bien la calidad de las ciclovías existentes es buena, el 34% de las vías estudiadas no son aptas para el fomento de esta iniciativa. Además, una porción significativa de la ciudad carece de cobertura de transporte público, lo que fragmenta la ciudad y limita la movilidad de sus habitantes.

En suma, los hallazgos demuestran que la gestión pública debe utilizar estos resultados para abordar de forma urgente el deterioro vial, priorizando acciones en las zonas más vulnerables y desatendidas de la ciudad. Una planificación consciente puede impulsar la implementación de tecnologías sostenibles para asegurar el crecimiento equitativo y la mejora de la calidad de vida en Algarrobo.

CONCLUSIÓN

La conclusión de un artículo debe resumir los principales hallazgos del estudio de manera sucinta, destacando las contribuciones significativas al campo de la investigación. Debe reiterar los objetivos del estudio y resumir los hallazgos más importantes, enfatizando su relevancia e implicaciones prácticas o teóricas.

AGRADECIMIENTOS

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

REFERENCIAS

- Alberti, M., Llatas, C., Medrán, F., Enfedaque, A., & Pijuan, J. (2018). Use of Steel and Polyolefin Fibres in the La Canda Tunnels: Applying MIVES for Assessing Sustainability Evaluation. *Sustainability*, 10 (12), 4765.
- Aldana, M., Contreras, F., Espinoza, I., Galleguillos, J., Garcés, M., González, I., & Olivares, C. (2019). *Serie taller integrado de planificación en el litoral central, Algarrobo* (Documento de trabajo, Graduación en arquitectura). Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales.
- Almeida de Oliveira, V., & de Cassia, R. (2022). Avaliação de indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus, ES. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 8(3).
- Amaral, I. C., Souza, P. C. de, Souza, G. M. de, Mendonça Junior, G. de F., & Guilhem, B. F. de A. (2025). Avaliação da mobilidade urbana sustentável na área central de Campo Mourão: um estudo comparativo utilizando o índice de mobilidade urbana sustentável (IMUS). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 8(1), e77911.
- Bevilacqua, J., & Arruda, A. (2021). Perception of the important characteristics and conditions of bike lanes and cycle lanes in a medium-sized Brazilian city, according to cyclists. *National Journal of City Management*, 9 (71).
- Biswal, D., Joglekar, S., & Mandavgane, S. (2022). MIVES: A Multi-Attribute Value Function-Based Methodology for Sustainability Assessment. In *Studies in Systems, Decision and Control* (407), 1–16.
- Botelho, D. S., & Conceição, A. F. da. (2025). Índice de mobilidade urbana sustentável (IMUS) aplicado em cidades de pequeno porte: o caso de Iturama-MG. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 14(2), e1759.
- Cáceres, J. (2020). *Evaluación de la calidad en movilidad urbana. Metodología experimental para la triple frontera* (Tesis de ingeniería civil, Universidad Federal de la Integración Latino-americana). Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio.
- Cárdenas, J., Bosch, M., & Damiani, C. (2021). Evaluation of Reinforced Adobe Techniques for Sustainable Reconstruction in Andean Seismic Zones. *Sustainability*, 13(9), 4955.
- Castaño, D. (2024). *Síntesis de una base de datos y clasificación del movimiento humano basado en IMU mediante redes neuronales para la rehabilitación asistida con exoesqueleto* (Tesis de Grado), Universidad Rey Juan Carlos.
- Castellanos-Ruíz, J., Montealegre-Mesa, L. M., Martínez-Toro, B. D., Gallo-Serna, J. J., & Almanza-Fuentes, O. (2021). Uso de sensores inerciales en fisioterapia: Una aproximación a procesos de evaluación del movimiento humano. *Universidad y Salud*, 23(1), 55–63.

- Castillo, N., & Yáñez, D. (2021). *Movilidad y envejecimiento canino: un estudio de necesidades y oportunidades* (Seminario de Licenciatura en Diseño). Universidad de Chile.
- Castro, A. (2021). *Modelos no deterministas de evaluación de la sostenibilidad de instalaciones energéticas edificatorias* (Tesis de ingeniería civil), Universidad de la Coruña.
- Costa, M. (2008). *Sustainable urban mobility index* (Tesis de Maestría en Ingeniería de Transportes), School of Engineering, Graduate Program in Transportation Engineering. São Carlos University.
- Eimansouri, A., Hashemi, S. F., Farrokhzad, B., & Shariatzadeh, M. (2020). Heater Position and Alumina Effects on Octadecane Melting in Sideways Cooled Cavities. *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, 34(4).
- Freitas, T. P. de. (2025). *Cálculo dos indicadores de mobilidade urbana no domínio acessibilidade para a cidade de Jataí-GO* (Monografía de Bacharelado), Instituto Federal de Goiás.
- Gharehbaghi, K., & Rahmani, F. (2018). Deterioration of Transportation Infrastructures: Corrosion of Reinforcements in Concrete Structures. *Materials Science Forum*, (940), 160.
- Hamed, S., Pons, O., & Hosseini, S. (2021). Sustainability model to assess the suitability of green roof alternatives for urban air pollution reduction applied in Tehran. *Building and Environment*, (194), 107683.
- Hosseini, S., Ghalambordezfooly, R., & de la Fuente, A. (2022). Sustainability Model to Select Optimal Site Location for Temporary Housing Units: Combining GIS and the MIVES–Knapsack Model. *Sustainability*, 14(8), 4453.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2024). *Algarrobo, Reporte comunal 2024*.
- Josa, I., Pardo-Bosch, F., & Pujadas, P. (2021). Sustainability-Oriented Multi-Criteria Analysis of Different Continuous Flight Auger Piles. *Sustainability*, 13(14), 7552.
- Jurado, J. (2020). *Sustainability assessment through the coupling between BIM and MIVES methodologies applied in viaduct projects* (Tesis de Maestría en Ingeniería civil), Universidad de Castilla-La Mancha.
- Lizarralde, R., Ganzarain, J., & Zubizarreta, M. (2022). Adaptation of the MIVES method for the strategic selection of new technologies at an R&D centre. Focus on the manufacturing sector. *Technovation*, (115), 102462.
- Llopis, D., Pellicer, E., & Llopis-Castelló, D. (2020). Influence of Pavement Structure, Traffic, and Weather on Urban Flexible Pavement Deterioration. *Sustainability*, 12(22), 9717.
- Modelo Integrado de Valor para Evaluaciones Sostenibles (MIVES). (2009). *Manual MIVES*. <https://deca.upc.edu/es/proyectos/mives/ficheros/aplicacion-v1/mivesmanual.pdf>

- Medrán, F., Enfedaque, A., & Alberti, M. G. (2024). Una evaluación de la sostenibilidad de la construcción de viviendas industrializadas utilizando el método de toma de decisiones multicriterio basado en el MIVES (Modelo Integrado de Valor para una Evaluación Sostenible). *Edificios*, 14(9), 2712.
- Miles, G. A. (1956). The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Vialidad. (2022). *Dirección de Vialidad*. <https://vialidad.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx>.
- Moeini, M., Moeini, F., & Alizadeh, H. (2022). Sustainability assessment of PFAS adsorbents for groundwater remediation. *Materials Today: Proceedings*, 60 (Part 3), 2209–2216.
- Municipalidad de Algarrobo. (2024). *Plan de Desarrollo Comunal 2017-2024*. Nuevo Siglo Consultores SpA.
- Pardo-Bosch, F., López-Carreño, R. D., Aidarov, S., & Pujadas, P. (2025). A MIVES-Based Multicriteria Framework for Prioritizing Indoor Air Quality Interventions in Educational Classrooms. *Indoor Air*, (1).
- Piñero, S., Del Val, M. F., & De la Fuente, A. (2021). GENIA: Tool for Digitizing the Operational Flow Associated with the Main Inspections of Highway Bridges. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (200) 1–9.
- Posada, J. (2021). *Estudio de fiabilidad y repetibilidad de los parámetros espacio – temporales de la marcha medidos con una unidad de medición inercial a diferentes velocidades de la marcha* (Tesis Doctoral), Universidad Rey Juan Carlos.
- Ramírez Velasco, A. (2024). *Diseño de una interfaz centrada en el usuario para un sistema de detección de movimientos para apoyo de fisioterapia en infantes* (Tesis de Maestría), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Rapti, Z., Cuevas-Maraver, J., Kontou, E., Liu, S., Drossinos, Y., Kevrekidis, P. G., Barmann, M., Chen, Q. Y., & Kevrekidis, G. A. (2023). The Role of Mobility in the Dynamics of the COVID-19 Epidemic in Andalusia. *Bulletin of Mathematical Biology*, 85(6), 54.
- Riquelme, K. (2021). *Evaluación de la sostenibilidad de Sistemas de Gestión de Residuos Municipales a través del modelo MIVES. Estudio de caso en la comuna de Concepción (Chile)* (Tesis de Maestría en Ingeniería Civil), Universidad de Barcelona.
- Roigé, N., Pardo-Bosch, F., & Pujadas, P. (2024). Logro de objetivos de sostenibilidad mediante un modelo multicriterio eficaz de asignación presupuestaria: Estudio de caso de una empresa española de gestión del agua. *Water Resources Management*, (38), 5143–5160.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Sadrolodabae, P., Zaini, P., Llatas, C., & Ruan, X. (2021). A New Sustainability Assessment Method for Façade Cladding Panels: A Case Study of Fiber/Textile Reinforced Cement Sheets. In *RILEM Bookseries* (36), 1–11.

- Seyrfar, A., Fick, G., & Al-Qadi, I. (2021). *Life Cycle Sustainability Assessment of Flexible and Rigid Pavement Designs: A Case Study of Illinois Interstate Highway* (Trabajo presentado en la reunión del TRB committee AKP00(2) Subcommittee on Sustainable and Resilient Pavements).
- Silva, F. de O. (2021). *Cidades inteligentes: planejamento e gestão para a mobilidade urbana* (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Uberlândia.
- Tan, T., Zheng, L., Xue, F., Bao, Z., Fang, Z., & Liu, X. (2024). Marco multicriterio MIVES para el índice de sostenibilidad del diseño para la fabricación y el ensamblaje. *Journal of Civil Engineering and Management*, 30(3), 234–247.
- Ulak, M., Iordache, M. D., & El-Gindy, M. (2021). A stop safety index to address pedestrian safety around bus stops. *Safety Science*, (133), 105017.
- Vilalba, G. da S. A. (2022). *Planejamento Integrado no Município de Rio Verde à Luz do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS)* (Trabalho de Conclusão de Curso) Instituto Federal Goiano.
- Villegas, N., Pardo-Bosch, F., & Pérez-Sánchez, M. (2020). A proposal to compare urban infrastructure using multi-criteria analysis. *Land Use Policy*, (101), 105173.
- Zhou, Y., Zhou, Y., & Li, R. (2020). Sequential imperfect preventive maintenance model with failure intensity reduction with an application to urban buses. *Reliability Engineering & System Safety*, (198), 106871.