

# TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

---

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

## **MARCO METODOLÓGICO PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS EN PMUS DE CIUDADES PEQUEÑAS: APLICACIÓN COMPARADA A VITORIA-GASTEIZ Y KOPRIVNICA**

**Mario López Mills**

Madrid, 2026





# TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

## MARCO METODOLÓGICO PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS EN PMUS DE CIUDADES PEQUEÑAS: APLICACIÓN COMPARADA A VITORIA-GASTEIZ Y KOPRIVNICA

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso académico 2025-2026

Mario López Mills

Dirigido por:

Jose Luis López Oliete

Madrid, 2026



## AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo de Fin de Máster marca el final de una etapa intensa, en la que he acumulado aprendizajes, afrontando desafíos y crecí a nivel personal. Más allá del valor académico, me ha permitido comprender con mayor profundidad la importancia de planificar ciudades más cercanas a las personas, eficientes y preparadas para responder a los retos contemporáneos de movilidad y sostenibilidad. Cada página es fruto de horas de estudio, constancia y dedicación, pero también de momentos de incertidumbre en los que este proyecto se convirtió en un auténtico ejercicio de perseverancia.

Nadie hace este camino solo, por muy largo o difícil que resulte. Por eso, quiero dedicar un momento a dar las gracias, de corazón, a quienes han hecho posible que esté aquí.

A mis seres más cercanos, gracias por acompañarme en silencio y También en los días en los que era difícil encontrar la motivación. Gracias por recordarme, con pequeños gestos, que incluso cuando las cosas se complican, siempre es posible apretar un poco más y seguir adelante. Vuestra comprensión, vuestro apoyo y vuestra confianza han sido el pilar que me ha permitido llegar hasta aquí.

A mis profesores, por vuestra orientación, exigencia y rigor académico. Gracias por vuestra capacidad para señalar el camino, por enseñarme a mirar el detalle sin perder la perspectiva global, y por transmitir una forma de trabajar basada en la coherencia, la humildad técnica y el compromiso con lo público. Ha sido un privilegio aprender de profesionales que combinan solvencia y cercanía de manera tan natural.

A mi padre y a Jaime López C., gracias por insistir, siempre, en el valor del esfuerzo y la constancia, y por recordarme, con vuestro ejemplo, que dejarse recomendar evita tropiezos y abre oportunidades. Vuestra confianza, exigente y serena a la vez, me sostuvo cuando había que tomar el impulso y me enseñó a transformar las dificultades en trabajo bien enfocado.

Finalmente, a todas las personas que, de un modo u otro, habéis estado presentes en este proceso: cada conversación cada lectura sugerida y cada gesto de ánimo cuentan más de lo que imagináis.

Este trabajo no se firma en solitario, se sostiene en las manos que no aparecen en la portada, pero que han empujado cada línea hasta el final.

## Índice de Contenidos

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN Y PROPÓSITO DEL TRABAJO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Problemática y justificación .....	14
<b>2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO, MARCO DE OBEJTIVOS Y ALCANCE .....</b>	<b>15</b>
2.1 Contexto y motivación a escala UE.....	15
2.2 Propósito general del estudio .....	15
2.3 Marco de objetivos.....	16
2.4 Alcance del estudio .....	18
<b>3 ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>19</b>
3.1 Introducción.....	19
3.2 Evolución y consolidación del marco europeo de planificación de la movilidad urbana .....	20
3.3 El marco metodológico SUMP: principios, fases y límites estructurales .....	23
3.4 Diagnóstico, sistemas de indicadores y evaluación en el marco europeo ....	26
3.5 Problemas estructurales del modelo SUMP en su aplicación .....	27
3.6 Indicadores y evaluación: carencias, límites y problemas detectados en ciudades pequeñas.....	29
3.7 Metodologías PMUS existentes y factores limitantes en ciudades pequeñas. ....	30
3.8 Escala urbana y aplicabilidad: por qué las ciudades pequeñas necesitan otro marco analítico.....	33
3.9 Gobernanza, urbanismo y coordinación institucional: vacíos metodológicos .....	36
3.10 Datos, trazabilidad y calidad técnica: límites reales del modelo europeo en municipios pequeños .....	37
3.11 Replicabilidad y transferibilidad en la evaluación de PMUS .....	39
3.12 Síntesis final del Estado del Arte y transición hacia la metodología comparativa .....	41
3.13 Marco general del análisis multicriterio en planificación de la movilidad ...	41
3.14 Factores para considerar en un análisis multicriterio.....	45

3.15	Propuesta metodológica para abordad la problemática objeto de estudio .	47
3.16	Categorización e identificación de los criterios clave para PMUS en ciudades pequeñas .....	50
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS EN PMUS DE CIUDADES PEQUEÑAS .....</b>	<b>66</b>
4.1	Introducción.....	66
4.2	Justificación de la metodología .....	67
4.3	Arquitectura general del método propuesto.....	69
4.4	Procedimiento operativo del método AHP-WSM.....	73
4.5	Módulo de Contexto para la adaptación del método (C1-C2-C3) .....	77
4.6	Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) .....	80
4.7	Plantillas operativas del método (AHP, WSM y rúbricas de evaluación).....	84
4.8	Integración de la metodología en los casos de estudio.....	87
<b>5</b>	<b>CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>90</b>
5.1	Síntesis conjunta de los casos de estudio.....	90
5.2	Valor metodológico de la combinación de ambos casos .....	91
5.3	Comparativa entre Vitoria-Gasteiz (España) y Koprivnica (Croacia) .....	92
<b>6</b>	<b>COMPARATIVA Y ANÁLISIS APLICADO .....</b>	<b>113</b>
6.1	Objetivo y enfoque .....	113
6.2	Base comparativa y trazabilidad .....	113
6.3	Resultados cuantitativos (WSM) y robustez.....	113
6.4	Lectura comparada a partir de los criterios evaluados.....	114
6.5	Implicaciones operativas y transferibilidad .....	115
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
7.1	Ventajas de la nueva metodología con inclusión en nuevos criterios .....	117
7.2	Principales resultados .....	118
7.3	Limitaciones del estudio .....	119
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>121</b>
8.1	Recomendaciones para los municipios pequeños y medianos.....	121
8.2	Recomendaciones para el desarrollo metodológico .....	122
8.3	Líneas futuras de investigación .....	122

9	GLOSARIO .....	124
10	BIBLIOGRAFÍA.....	126

**ANEXO I: ANÁLISIS DE LAS CIUDADES EUROPEAS COMO CASO DE ESTUDIO**

**ANEXO II: CÁLCULOS COMPLETOS DEL MÉTODO AHP-WSM**

## Lista de figuras

Figura 1	Matriz de decisión. Fuente: Modelos Avanzados en Ingeniería Civil -UE. Profesor: José Luís López Oliete .....	47
Figura 2	Criterios Técnicos (CT). Fuente: Fuente: Adaptado de <i>European Commission</i> (2019) y <i>Rupprecht Consult</i> (2021). Elaboración propia.” .....	52
Figura 3	Propuesta Criterios Económicos (CE). Fuente: Adaptado de <i>European Commission</i> (2019) y <i>Rupprecht Consult</i> (2021). Elaboración propia.....	55
Figura 4	Propuesta Criterios Ambientales (CA). Fuente: Adaptado de <i>European Commission</i> (2019) y <i>Rupprecht Consult</i> (2021). Elaboración propia. ....	57
Figura 5	Propuesta Criterios Sociales (CS). Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura 6	Propuesta Nuevos Criterios a considerar. Fuente: Elaboración propia.....	61
Figura 7	Plaza de la Virgen Blanca. Vitoria-Gasteiz. ( <a href="https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&amp;uid=u4c4f3353_166382a955d__7d8a">https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&amp;uid=u4c4f3353_166382a955d__7d8a</a> )	133
Figura 8	Centro urbano de Koprivnica ( <a href="https://www.istockphoto.com/es/fotos/koprivnica">https://www.istockphoto.com/es/fotos/koprivnica</a> ).....	135
Figura 9.	Cronograma/hitos del PMSEP 2006-2026 (línea de tiempo) (Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz).....	137
Figura 10	Firma de El Pacto Ciudadano por la Movilidad Sostenible de Viotria-Gasteiz (Abril 2007). (Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público - Pacto Ciudadano por la Movilidad Sostenible).....	138
Figura 11	Red peatonal consolidad y calidad del espacio público de Vitoria-Gasteiz (Panif_mov_VG_20181121_baja) .....	139
Figura 12	Vías ciclistas Vitoria-Gasteiz 2025 (Vías ciclistas (2025)) .....	139
Figura 13	Red de supermanzana y carriles bici (Panif_mov_VG_20181121_baja). 140	
Figura 14	( Los tres aparcabicis cubiertos para residentes ya funcionan en Vitoria-Gasteiz)	141
Figura 15	Localización de los principales ejes viarios y supermanzanas. Av. Gasteiz (Azul), Av. Portal de Castilla (Verde), Av. Portal de Foronda (Rojo), Av. Portal de Zurbano (Rosa). Fuente: Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz .....	142
Figura 16	Localización de aparcamientos disuasorios (Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - GEO Vitoria-Gasteiz) .....	143
Figura 17	Comparativa de la distribución modal de Viotria-Gasteiz (Serie 1) con otras ciudades españolas mediana/pequeñas (Serie 2) (Diapositiva 1).....	144
Figura 18	Líneas y recorridos, mapa completo de la red de TUVISA (Mapa completo y todos los horarios de la 'nueva' red de Tuvisa) .....	145
Figura 19	Flota de autobús eléctricos (Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - Transporte público - Tarifas, trasbordos y formas de pago) .....	145
Figura 20	Tranvía de Vitoria-Gasteiz (Euskotren Tranbia). (Tranvía de Vitoria : Información : Horario : Líneas : Mapa : Precio » Tranvía).....	146
Figura 21	Tranvía de Vitoria-Gasteiz. (Trayectos y paradas) (Tranvía de Vitoria : Información : Horario : Líneas : Mapa : Precio » Tranvía).....	146
Figura 22	Red primaria y secundaria planificada de infraestructura ciclista de la Ciudad de Koprivnica (SUMP-Koprivnica.pdf).....	151

Figura 23 Estacionamiento de bicicletas “Bicko” (Obavijest za korisnike Bicko sustava - Grad Koprivnica).....	152
Figura 24 Plan de introducción de zonas de 30 km/h, zonas de tráfico calmado y zonas de espacio compartido (SUMP-Koprivnica.pdf).....	152
Figura 25 Ejemplo del antes y después de la solución para la zona de espacio compartido en la calle Svilaraska (C_Subline_13: masox am doku).....	156
Figura 26 Ejemplo del antes y después de la solución para la calle Nemčić. (C_Subline_13: masox am doku).....	156
Figura 28 Ciclo de cooperación interdepartamental. Fuente propia.....	158

## Lista de tablas

Tabla 1	Resumen de criterios utilizados en el análisis multicriterio. Fuente: Adaptado de <i>European Commission (2019)</i> , <i>Rupprecht Consult (2021)</i> y <i>MobiliseYourCity (2021)</i> . Elaboración propia. ....	65
Tabla 2	Perfiles del Módulo de Contexto para ciudades pequeñas. Fuente: Elaboración propia .....	78
Tabla 3	Matriz de trazabilidad de datos. Fuente: Elaboración propia .....	83
Tabla 4	Plantilla AHP - Comparaciones por pares. Fuente: Elaboración propia.....	84
Tabla 5	Matriz de valores brutos (antes de normalizar. Fuente: Elaboración propia	85
Tabla 6	Matriz normalizada con pesos. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 7	Rúbrica de 0-10 para criterios cualitativos o semi-cuantitativos. Fuente: Elaboración propia .....	86
Tabla 8	WSM-VIT. MATRIZ WSM – Vitoria-Gasteiz (C3). Fuente: Elaboración propia	101
Tabla 9	WSM-KOP. MATRIZ WSM – Koprivnica (C2).....	102
Tabla 10	SENS. Análisis de sensibilidad ( $\pm 10\%$ ).....	103
Tabla 11	6.3.8.1 Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE). Fuente: Elaboración propia .....	105
Tabla 12	6.3.8.2 Alternativas evaluadas (A1-A6). Fuente: Elaboración propia .....	106
Tabla 13	Criterios y estructura jerárquica (AHP). Fuente: Elaboración propia.....	107
Tabla 14	Pesos propuestos para Vitoria (C3). Fuente: Elaboración propia.....	107
Tabla 15	Pesos propuestos para Koprivnica (C2). Fuente: Elaboración propia .....	108
Tabla 16	6.3.8.5 Matriz WSM y ranking final. Fuente: Elaboración propia.....	109
Tabla 17	Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia.....	110
Tabla 18	Comparativa de C2 vs C3. Fuente: Elaboración propia.....	111
Tabla 19	Valor del elemento del método. Fuente: Embarcación propia .....	112
Tabla 20	Resultados cuantitativos (WSM) y robustez. Fuente: Elaboración propia	114
Tabla 21	Sistemas de indicadores del SUMP de Koprivnica .....	159

## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster desarrolla un marco metodológico orientado a la evaluación y priorización de medidas de movilidad sostenible en ciudades pequeñas, donde la aplicación directa del enfoque europeo SUMP/PMUS presenta limitaciones estructurales ampliamente documentadas en literatura. Diversos estudios muestran que estos municipios suelen operar con capacidad técnica reducida, sistemas de datos fragmentados y gobernanza administrativa limitada, condiciones que dificultan la elaboración de diagnósticos robustos y la evaluación sistemática de los planes de movilidad (Marsden & Reardon, 2018; Hull, 2008).

Ante la situación, el trabajo plantea un marco metodológico comparativo ligero, trazable y adaptable, diseñado para responder a estas carencias sin perder rigor técnico. La propuesta combina dos herramientas multicriterio (AHP y WSM) como un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) pensado para ser interpretado anualmente con recursos municipales, y un Módulo de Contexto (C1-C2-C3) que ajusta la interpretación de los resultados según la capacidad institucional, la disponibilidad de datos, la oferta de transporte público y la estructura urbana de cada municipio. Esta combinación permite priorizar actuaciones con criterios explícitos y evaluables, reducir la subjetividad en la toma de decisiones y asegurar la continuidad metodológica entre ciclos de planificación.

El método se valida a través de un análisis comparado de dos ciudades europeas con perfiles claramente diferenciados: Vitoria-Gasteiz (C3), como referencia consolidada en movilidad sostenible, y Koprivnica (C2), como ejemplo destacado de municipio pequeño capaz de sostener procesos de innovación y electrificación con recursos limitados. La comparación evidencia que la metodología es robusta ante contextos distintos, identifica patrones replicables, resalta el papel transversal de la gobernanza y confirma que los ámbitos con mayor retorno social como la movilidad activa, seguridad vial, reorganización viaria y logística urbana tienden a priorizarse de manera consistente en ciudades pequeñas e intermedias.

Los resultados muestran que en PMUS en ciudades pequeñas requiere un número reducido de indicadores, pero seleccionados de forma estable y consistente, así como procesos institucionales simples pero continuados en el tiempo. La metodología propuesta responde a estas necesidades al permitir definir prioridades basadas en datos, reforzar la trazabilidad entre diagnóstico, medidas e impacto, y establecer rutinas de evaluación más realistas que las contempladas en los enfoques europeos convencionales.

En conjunto, este TFM ofrece a los municipios pequeños un instrumento metodológico aplicado y replicable, capaz de mejorar la calidad de datos sostenibles en el tiempo. La propuesta contribuye, así, a avanzar hacia modelos de movilidad más equilibrados, accesibles y coherentes con la capacidad real de estos municipios, reforzando la alineación con los objetivos europeos de sostenibilidad, descarbonización y cohesión territorial.

## 1 INTRODUCCIÓN Y PROPÓSITO DEL TRABAJO

La movilidad urbana sostenible se ha convertido en uno de los pilares centrales de la planificación contemporánea, tanto en Europa como a escala internacional. En el contexto de la Unión Europea, los Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS/SUMP, (Sustainable Urban Mobility Plan) se han consolidado como el principal instrumento para orientar la transición hacia sistemas de transporte más eficientes, seguros y con menor impacto ambiental (European Commission, 2019; Rupprecht Consult, 2021). Sin embargo, disantos estudios señalan que la mayor parte del desarrollo metodológico y de los casos documentados se concentra en ciudades medianas y grandes, donde existen mayores recursos técnicos, estructuras administrativas más competas y sistemas estables de recogida de datos (Marsden & Reardon, 2018; Hull, 2008).

A partir de esta situación surge una cuestión inicial que da sentido a este trabajo: ¿qué justifica un análisis específico de los PMUS en municipios de menor tamaño? Las particularidades de estas ciudades (menor densidad, fuerte dependencia del coche privado, recursos económicos limitados y capacidades administrativas más reducidas) generan dinámicas de movilidad propias, diferentes de las que se observan en entornos urbanos mayores. La literatura subraya que elementos como la dispersión del tejido urbano o un crecimiento poco compacto influyen directamente en los patrones de desplazamiento y en la eficacia de las políticas de movilidad sostenible (Rietveld & Daniel, 2004; Frank et al., 2008). En este escenario, aplicar metodologías pensadas para ciudades de gran escala puede resultar insuficiente e incluso poco adecuado para abordar los desafíos reales de los municipios pequeños.

A esta reflexión inicial se suma otra pregunta clave: ¿por qué no extender el análisis a municipios medianos o grandes? Una comparación entre diferentes escalas introduciría desigualdades metodológicas, sociales y territoriales que dificultarían encontrar patrones comunes. En otras palabras, mezclar ciudades de tamaños muy distintas podría ocultar los problemas característicos de los municipios pequeños, como la falta de indicadores adaptados, la ausencia de datos fiables la escasa coordinación entre áreas como urbanismo y movilidad o la limitada capacidad para evaluar los planes tras su implementación. Centrar el estudio exclusivamente en ciudades pequeñas permite identificar con mayor claridad las debilidades actuales de las metodologías y señalar qué aspectos requieren un refuerzo para mejorar su aplicabilidad real.

En coherencia con lo anterior, el trabajo se organiza en torno a un conjunto de preguntas que permiten estructurar el análisis y examinar, desde una perspectiva crítica, cómo se diagnostica, planifica, evalúa y gestiona la movilidad en ciudades pequeñas. Estas preguntas abordan cuestiones clave como la pertinencia y consistencia de los indicadores utilizados, el grado de adaptación de las metodologías a la escala local, la disponibilidad y fiabilidad de los datos, o el nivel de coordinación entre movilidad, urbanismo y medio ambiente. Asimismo, explorar hasta qué punto es posible comparar y transferir soluciones entre municipios con características similares. Aunque el desarrollo detallado de estas preguntas se presenta en el capítulo siguientes, su función aquí es definir el hilo conductor del estudio y dotar al trabajo de un marco conceptual claro y consistente.

En consecuencia, la finalidad principal de este trabajo es identificar las limitaciones metodológicas y operativas que enfrentan los PMUS en ciudades pequeñas, a partir de la evidencia recogida en la literatura académica y en estudios recientes sobre planificación de la

movilidad urbana sostenible. Diversos autores han señalado que estos sistemas de datos estables presentan dificultades específicas relacionadas con la limitada capacidad técnica, la falta de sistemas de datos estables y la escasa continuidad institucional, lo que afecta tanto al diseño como a la evolución de sus planes de movilidad (Marsden & Reardon, 2018; Calabrò & D’Ascanio, 2020). A partir de este diagnóstico, el objetivo del trabajo es proponer un marco de evaluación comparada, basado en técnicas multicriterio e indicadores esenciales, que permita analizar con mayor rigor la adecuación de las medidas y la coherencia interna de los PMUS en este contexto.

### **1.1 Problemática y justificación**

La literatura especializada ha señalado de forma reiterada que las ciudades pequeñas afrontan limitaciones estructurales (financiación insuficiente, dificultades de legítima pública y marcos administrativos poco desarrollados), a las que se suman carencias importantes en capacidades técnicas para aplicar metodologías de planificación y evaluación en movilidad. Estos déficits son especialmente acusados en municipios de menor tamaño, donde las competencias necesarias para el enfoque SUMP (evaluación sistemática, análisis de datos, modelización y planificación transversal) no suelen estar plenamente consolidadas en las estructuras municipales. Paralelamente, numerosos trabajos recientes ponen de manifiesto la existencia de brechas en la disponibilidad y continuidad de datos, así como la falta de indicadores homogéneos, lo que dificulta el seguimiento y la evaluación sostenida de las políticas de movilidad. Todo ello refuerza la conveniencia de emplear métodos proporcionados, manejables y “ligeros”, especialmente adecuados para contextos con capacidades operativas limitadas.

A partir de este diagnóstico, el trabajo propone un método de análisis comparado, riguroso y aplicable en contextos de capacidad técnica limitada, basado en la integración del enfoque multicriterio AHP-WSM, un Módulo de Contexto que permite ajustar la interpretación de los resultados a las características operativas de cada municipio y un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) destinado a garantizar un seguimiento estable en el tiempo. Este método busca proporcionar una estructura evaluativa clara, favorecer la transparencia en la priorización de medidas y facilitar procesos de seguimiento compatibles con las limitaciones habituales de las ciudades pequeñas.

La literatura académica ha documentado de forma consistente que las ciudades pequeñas presentan limitaciones específicas en la elaboración y gestión de sus planes de movilidad, especialmente en lo relativo a la capacidad técnica municipal, la continuidad de los sistemas de datos y la estructura institucional disponible. Estudios como los de Marsden y Reardon (2018) y Hull (2008) señalan que la falta de personal especializado y la debilidad de los mecanismos administrativos dificultan la aplicación íntegra de metodologías complementarias, investigaciones recientes destacan que la evaluación y el seguimiento siguen siendo los elementos más frágiles en los PMUS de estos municipios, debido a la escasez de indicadores estandarizados, la irregularidad en su actualización y la ausencia de sistemas locales de monitorización (Calabrò & D’Ascanio, 2020; Papa & Bertolini, 2015).

## 2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO, MARCO DE OBJETIVOS Y ALCANCE

### 2.1 Contexto y motivación a escala UE

En Europa, la política de movilidad urbana se ha alineado progresivamente con los objetivos de descarbonización, eficiencia energética y seguridad vial, situando a las ciudades como elementos estratégicos tanto en la red transeuropea de transporte (TEN-T) como en el funcionamiento del mercado único. Estos principios quedaron definidos en el Libro Blanco del Transporte de 2021, donde la Comisión Europea estableció metas de largo plazo, entre ellas:

- La reducción del 60% de las emisiones de transporte para 2050.
- La eliminación progresiva de los vehículos de combustión en entornos urbanos.
- El impulso decisivo del transporte público y los modos activos como ejes de la movilidad urbana sostenible (European Commission, 2011).

Estas directrices han constituido la base para la evolución posterior del marco europeo, reforzada por actualizaciones como el *Urban Mobility Framework* (European Commission, 2011), que consolidan la transición hacia sistemas multimodales, seguros y de bajas emisiones.

Como antecedente clave, el Libro Verde sobre la movilidad urbana (2007) identificó los principales retos compartidos por las ciudades europeas (congestión persistente, problemas de calidad del aire y ruido, seguridad vial insuficiente y dificultades de accesibilidad) y abrió un proceso de consulta orientado a fomentar una nueva cultura de movilidad, basada en entornos urbanos más fluidos, sostenibles, inteligentes, accesibles y seguros. El documento también subrayó el papel de la Unión Europea como agente facilitador, orientado a promover el intercambiador de buenas prácticas, desarrollar estándares comunes cuando fuese necesario, movilizar apoyo financiero y reforzar la coordinación entre los distintos niveles de gobierno para impulsar políticas urbanas más coherentes y eficaces.

### 2.2 Propósito general del estudio

Este capítulo presenta la finalidad del trabajo y define la línea estratégica que lo guía, encuadrando el análisis dentro de la realidad particular de las ciudades pequeñas y de los retos que enfrentan al elaborar sus Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). A pesar de que las Directrices SUMP constituyen un marco ampliamente reconocido para la planificación sostenible en el ámbito europeo, distintos documentos oficiales señalan que su aplicación directa en municipios de menor tamaño requiere ajustes metodológicos específicos. Estas adaptaciones son especialmente necesarias debido a factores como la baja densidad urbana, la limitada oferta de transporte público y la menor capacidad técnica y administrativa que caracterizan a este tipo de localidades (ELTIS/EU Urban MOBILITY Observatory, 2019/2023; Rupprecht Consult, 2021).

Los *Topic Guides* centrados en municipios de pequeña escala ponen en manifiesto que muchos ayuntamientos de este tipo no disponen de recursos suficientes y continuados para elaborar diagnósticos sólidos, mantener sistemas de indicadores que perduren en el tiempo o llevar a cabo evaluaciones ex post. Esta falta de medios genera una distancia considerable entre lo que propone la metodología oficial y lo que realmente pueden implementar estos municipios. A ello se añade la presencia de tejidos urbanos dispersos y una cultura de movilidad muy ligada al uso

del automóvil, aspectos que condicionan la aplicabilidad de modelos concebidos para ciudades de mayor tamaño (Rupprecht Consult, 2021).

Ante este escenario, el trabajo se centra en examinar de forma crítica cómo están funcionando las metodologías actuales y los PMUS aplicados en ciudades pequeñas, con el fin de detectar los vacíos más significativas y plantear un marco comparativo sustentado en criterios e indicadores más adecuados a las características de estos municipios. Este planteamiento coincide con las recomendaciones metodológicas de *MobiliseYourCity*, que enfatizan la importancia de adaptar los enfoques, seleccionar indicadores realmente abordables y utilizar herramientas sencillas y fácilmente replicables para administraciones locales que operan con recursos limitados (MobiliseYourCity, s.f.)

### 2.3 Marco de objetivos

El marco de objetivo se organiza en un objetivo general y seis objetivos específicos, lo que permite avanzar desde la orientación conceptual del estudio hacia los elementos necesarios para su desarrollo. Esta estructura facilita la vinculación entre los principios metodológicos de la planificación sostenible y el análisis comparado de los PMUS en ciudades pequeñas, garantizando coherencia entre el planteamiento inicial y el enfoque analítico adoptado.

#### 2.3.1 Objetivo general

Desarrollar un método de análisis comparado para evaluar PMUS en ciudades pequeñas, identificando las limitaciones presentes en los planes y en los procesos de elaboración, y estableciendo criterios, indicadores y procedimientos adaptados a municipios con recursos técnicos reducidos y estructuras urbanas de menor escala.

#### 2.3.2 Objetivos específicos de carácter estratégico

Estos objetivos guían el desarrollo del trabajo desde una perspectiva amplia y responde a la necesidad de construir una metodología sólida y realmente aplicable:

1. **Identificar los factores que explican el éxito de PMUS ya consolidados**, tomando como referencia el caso de Vitoria-Gasteiz, un ejemplo destacado por su coherencia interna, la continuidad en sus procesos de evaluación y la correcta integración entre movilidad y planificación urbana (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023)
2. **Elaborar una metodología comparativa y fácilmente replicable para ciudades pequeñas**, basada en criterios e indicadores esenciales y coherente como las recomendaciones de *MobiliseYourCity* y SUMP-UP, que subrayan la importancia de centrarse en evaluaciones realistas, herramientas ligeras y mecanismo de seguimiento ajustado a las capacidades locales (MobiliseYourCity, s. f.; SUMP-UP/ICLEI, 2018)
3. **Poner a prueba la metodología diseñada mediante la comparación entre ciudades españolas y ciudades europeas**, con el propósito de valorar el grado de transferibilidad de los criterios propuestos y su idoneidad en contextos institucionales diversos (SUMP-UP; POLIS Network, 2020).

### 2.3.3 Objetivos específicos de carácter operativo

Estos objetivos concretan la forma en que se desarrollará el análisis y ayudan a ordenar el proceso comparativo:

1. **Describir las características urbanas y de movilidad** de cada una de las ciudades estudiadas – morfología, densidad, hábitos de desplazamiento, oferta modal y capacidades institucionales – siguiendo las recomendaciones de las Directrices SUMP para la elaboración de diagnósticos contextualizados (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023).
2. **Analizar el grado de integración de los elementos esenciales de un PMUS**, tales como la participación ciudadana, la gobernanza, el sistema de indicadores, la selección de medidas y los mecanismos de seguimiento. Este examen se apoyará en un conjunto de criterios organizados a partir de los manuales de SUMP-*Up* y de los Términos de Referencia propuestos por *MobiliseYourCity*.
3. **Formular propuestas de ajuste metodológico y contextual** que permitan adaptar componentes del “modelo Vitoria” a ciudades pequeñas, poniendo el foco en medidas de bajo coste, intervenciones tácticas y mecanismos de coordinación interdepartamental, aspectos destacados en las recomendaciones de POLUS para municipios de menor tamaño.

El estudio se articula en torno a tres dimensiones analíticas, directamente derivadas del objetivo general y de la revisión de la literatura académica sobre la planificación de la movilidad. En primer lugar, se examinan las limitaciones metodológicas e institucionales que afectan a los PMUS de ciudades pequeñas, tal como señalan diversos trabajos centrados en la gobernanza y en la capacidad operativa municipal (Marsden & Reardon, 2018). En segundo lugar, se aborda la necesidad de definir criterios de evaluación ajustados a la escala local, coherentes con la evidencia que indica que los marcos *SUMP* requieren adaptaciones específicas para contextos con recursos limitados (Papa & Bertolini, 2015). Finalmente, se plantea la construcción de un método de análisis comparado que permita valorar la coherencia interna de los PMUS y facilitar la comparación entre municipios con características similares, atendiendo a los debates actuales sobre transferibilidad y evaluación en movilidad sostenible (Calabrò & D’Ascanio, 2020).

Este enfoque evita interpretaciones exclusivamente normativas y se fundamenta en aportaciones académicas que destacan la importancia de adaptar los procesos de planificación y evaluación a las capacidades reales de cada municipio. En este contexto, el trabajo no se orienta a la formulación de planes estratégicos, sino a desarrollar una herramienta analítica con rigor universitario que contribuya a mejorar la comprensión y evaluación de los PMUS en ciudades pequeñas.

## 2.4 Alcance del estudio

### 2.4.1 Alcance temático

El desarrollo del trabajo se organiza a partir de tres dimensiones analíticas directamente derivadas de los objetivos planteados. En primer lugar, se examinan las limitaciones metodológicas presentes en los PMUS de ciudades pequeñas, especialmente en relación con la disponibilidad de datos, la capacidad técnica y la continuidad institucional, aspectos ampliamente señalados en la literatura especializada (Marsden & Reardon, 2018; Hull, 2008). En segundo lugar, se analizan las exigencias de evaluación y los criterios necesarios para adaptar los marcos *SUMP* a municipios con recursos educidos, siguiendo las recomendaciones identificadas en estudios recientes sobre planificación sostenible (Papa & Bertolini, 2015). Finalmente, se desarrolla un método de análisis comparado que permita valorar con rigor la coherencia interna de los PMUS y establecer bases para la comparación entre ciudades con características similares (Calabrò & D'Ascanio, 2020).

Estas dimensiones con constituyen “líneas de acción” en sentido estratégico (lo que podrá confundir este trabajo con un plan operativo), sino componentes analísticos que permiten estructurar el estudio desde una perspectiva académica. El propósito no es definir políticas, sino construir un marco evaluativo capaz de integrar criterios, indicadores y contexto local para examinar la idoneidad de las medidas propuestas en los PMUS de ciudades pequeñas.

### 2.4.2 Alcance geográfico

La validación se realiza tomando como referencia ciudades pequeñas, ya sean españolas o europeas, de características comparables, lo que permite introducir un contraste institucional sin perder la coherencia en la escala de análisis. Esta elección sigue la línea propuesta por *SUMPs-Up* y *POLIS*, que recomiendan fomentar el intercambio entre municipios de dimensiones similares para aumentar la capacidad de replicación de las metodologías y buenas prácticas.

### 2.4.3 Alcance metodológico

se empleará un análisis comparativo sustentado en una matriz de evaluación estructurada en seis ámbitos:

1. Indicadores y sistemas de evaluación
2. Metodologías y herramientas empleadas.
3. Grado de adecuación a la escala urbana.
4. Coordinación entre urbanismo, movilidad y medio ambiente.
5. Disponibilidad de datos y trazabilidad técnica.
6. Potencial de replicabilidad o transferencia.

La matriz integra un conjunto básico de criterios cuantitativos, en consonancia con las recomendaciones metodológicas de *MobiliseYourCity* y *SUMPs-Up* para contextos donde la capacidad administrativa es limitada.

### 3 ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Introducción

Este capítulo presenta una revisión del estado del arte en materia de movilidad urbana sostenible, centrado en los avances conceptuales y metodológicos que han configurado el enfoque europeo de los Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS/*SUMP*). En primer lugar, se examina la evolución del marco estratégico de la Unión Europea (desde el Libro Verde (2007) y el Libro Blanco del Transporte (2021) hasta el *Urban Mobility Package* (2013), la segunda edición de las *SUMP Guidelines* (2019) y el *New EU Urban Mobility Framework* (2021), con el fin de contextualizar cómo se han ido consolidando los principios de integración, participación y evaluación continua. En segundo lugar, se analizan los principales debates académicos sobre las limitaciones de estos enfoques, especialmente en relación con la comparabilidad entre ciudades, la priorización de medidas, la definición de indicadores mínimos, la gobernanza y la trazabilidad de los datos. Finalmente, se sintetizan las implicaciones que estas limitaciones tienen para el desarrollo de un marco metodológico sólido y verificable, adecuado para su aplicación en ciudades pequeñas y coherente con los objetivos del presente trabajo.

El estado del arte se basa en una revisión narrativa de los principales avances conceptuales y metodológicos en movilidad urbana sostenible. En primer lugar, se han analizado los fundamentos teóricos del enfoque *SUMP* y su evolución reciente, a partir de trabajos que examinan la integración entre planificación urbana, gobernanza y movilidad (Papa & Bertolini, 2015; Marsden & Reardon, 2018). Después, se ha revisado la literatura específica sobre ciudades pequeñas, con especial atención a las limitaciones asociadas a la capacidad técnica, la disponibilidad de datos los procesos de evaluación (Calabrò & D'Ascanio, 2020; Hull, 2008). Por último, se han considerado aportaciones procedentes de proyectos europeos, cuyos materiales ofrecen ejemplos prácticos sobre participación, seguimiento y logística urbana, útiles para contextualizar los debates metodológicos actuales.

Esta combinación de fuentes permite contrastar los planteamientos teóricos con las condiciones reales observadas en municipios de menor escala, y proporciona la base académica necesaria para desarrollar el enfoque metodológico propuesto en este trabajo.

El enfoque del capítulo integra, por tanto, las exigencias formales y orientaciones estratégicas del marco europeo con la evidencia de autores que han estudiado las limitaciones de capacidad y los problemas de disponibilidad de datos en municipios pequeños (Lorenzini, 2024; Marsden & Reardon, 2018; Hull, 2008). Estas aportaciones coinciden en señalar la necesidad de emplear métodos de evaluación que sean transparentes, reproducibles y proporcionalmente exigentes, especialmente cuando las administraciones locales carecen de sistemas de información estables.

En este contexto adquieren relevancias técnicas como el *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permite derivar pesos mediante comparaciones por pares de forma coherente, y el *Weighted Sum Model* (WSM), que facilita la obtención de un ranking final de alternativas a partir de dichos pesos. La literatura ha mostrado que estos métodos resultan particularmente adecuados cuando los recursos técnicos son limitados y el número de indicadores disponible es reducido,

dado que combinan rigor analítico con una implementación operativa viable (Calabrò & D’Ascanio, 2020; Papa & Bertolini, 2015).

A partir de estas bases, el Estado del Arte fundamenta la adopción de un enfoque metodológico que combina AHP-WSM con un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) y un Módulo de Contexto, proporcionando un marco evaluativo adaptado a la escala y a las capacidades de las ciudades pequeñas. De este modo, la revisión no se limita a recopilar documentos, sino que permite establecer por qué resulta necesario recurrir a métodos proporcionados, verificables y compatibles con entornos municipales de baja capacidad técnica.

### **3.2 Evolución y consolidación del marco europeo de planificación de la movilidad urbana**

En las últimas dos décadas, la movilidad urbana en Europa ha experimentado un proceso de reformulación conceptual significativo, impulsado por la Comisión Europea a través de sucesivos documentos estratégicos. El Libro Verde de 2007 abrió el debate sobre la necesidad de un enfoque integrado para abordar los retos de la movilidad urbana (European Commission, 2007), mientras que el Libro Blanco del Transporte de 2011 estableció objetivos concretos para avanzar hacia un sistema de transporte más sostenible, eficiente y seguro en el horizonte 2050 (European Commission, 2011). Estas iniciativas condujeron a la configuración del marco metodológico de los *Sustainable Urban Mobility Plans* (SUMP), que desde 2013 se consideran el instrumento de referencia para orientar la planificación urbana hacia modelos multimodales y alineados con criterios.

La segunda edición de las *SUMP Guidelines* publicada en 2019 reforzó este enfoque, incorporando principios de integración urbana, participación, evaluación continua y coordinación interdepartamental, y ampliando la aplicabilidad del modelo a ciudades de distintos tamaños y estructuras administrativas (European Commission, 2019). En conjunto, estos documentos conforman el núcleo del marco conceptual europeo que fundamenta la transición hacia sistemas de movilidad coherentes con los objetivos de descarbonización, eficiencia y seguridad promovidos a escala comunitaria.

La revisión de 2019 no pretendía únicamente actualizar criterios técnicos, sino también corregir limitaciones del modelo inicial. En línea con lo señalado por Rupprecht Consult (2019), la nueva edición reestructura el ciclo SUMP en cuatro fases bien diferenciadas y doce pasos ordenados, introduciendo además hitos formales de validación política y reforzando la importancia de la evaluación continua. Este cambio responde a la necesidad de equilibrar la estabilidad estratégica con la flexibilidad operativa: mientras los objetivos de largo plazo suelen permanecer constantes, las medidas concretas deben poder revisarse con más frecuencia para adaptarse a variaciones en la demanda, cambios tecnológicos, nuevas exigencias regulatorias o limitaciones presupuestarias. Este énfasis en el carácter iterativo y dinámico de la planificación (“planificación activa”, en términos de las propias guías) constituyen uno de los pilares del marco europeo actual (Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Second Edition. 2019).

La consolidación de este paradigma se enmarca además en políticas europeas más amplias. Documentos como el **New EU Urban Mobility Framework** (COM (2021) 811) insiste en la necesidad de reforzar la movilidad activa, la electrificación, la integración modal, la logística

sostenible y la accesibilidad universal como condiciones indispensables no solo para mejorar la calidad de vida urbana, sino también para cumplir con la ambición climática europea hacia 2030 y 2050. La Comisión subraya que los *SUMPs* deben alinearse con la transición energética, con la revisión del Reglamento TENT-T y con los compromisos del Pacto Verde Europeo, integrando la movilidad urbana en un marco que trasciende la escala municipal y conecta las ciudades con redes regionales y nacionales (European Commission. Brussels, 14.12.2021 COM(2021)811 final. The New EU Urban Mobility Framework)

Este impulso político y metodológico ha ido acompañado de un amplio ecosistema de proyectos europeos (entre ellos *SUMPs-Up*, *CHALLENGE*, *CIVITAS*, *MobiliseYourCity*, *POLIS* o *NOVELOG*) que han generado manuales complementarios, herramientas operativas, guías temáticas y estudios de caso. Estas iniciativas han contribuido a perfilar mejores aspectos esenciales de la planificación sostenible: los mecanismos de gobernanza. Los procesos participativos, las estrategias de comunicación, los métodos de evaluación de medidas, la recopilación sistemática de datos, los marcos de indicadores o la integración de la logística urbana dentro del proceso de planificación. Cada uno de estos proyectos ha aportado dimensiones específicas que han enriquecido el cuerpo metodológico europeo, ofreciendo recomendaciones prácticas derivadas de la experiencia acumulada en ciudades diferentes tamaños y contextos socioterritoriales. En articular, trabajos como el *Monitoring and Evaluation Manual* del proyecto CHALLENGE (2016) establecen pautas concretas para estructurar la evaluación de los PMUS, integrando indicadores de impacto y procesos de evaluación continua como parte inseparable del ciclo SUMP (*Monitoring and evaluation. Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans.*).

A pesar de esta abundancia de materiales, el marco europeo mantiene una arquitectura conceptual coherente y reconocida internacionalmente: planificación estratégica orientada a objetivos, integración transversal, gobernanza multinivel, participación ciudadana estructurada, enfoque multimodal. Priorización de modos sostenibles, evaluación periódica y capacidad de adaptación. Todo este entramado ha permitido que el modelo SUMP se convierta, según señala la Comisión Europea, en un “estándar europeo de calidad en planificación urbana de movilidad” y en un elemento cada vez más determinante a la hora de acceder a fondos europeos vinculados a movilidad, digitalización y transición ecológica (SUMP 2.0 – Moving towards implementation. Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Second Edition. POLIS Conference, Brussels, 27 - 28 Nov 2019. Siegfried Rupprecht, Rupprecht Consult).

Sin embargo, la propia evolución de estas metodologías (su diversidad, su amplitud temática y su carácter marcadamente flexible) también ha generado retos importantes en términos de aplicación práctica. A medida que el marco conceptual se ha sofisticado, ha aumentado la distancia entre la ambición europea y la capacidad real de muchas ciudades, especialmente las de menor tamaño, para poner en marcha diagnósticos completos, sistemas de indicadores robustos o modelos de evaluación rigurosos. De hecho, el *Topic Guide for Smaller Cities and Towns* (Rupprecht Consult, 2021) reconoce explícitamente que los municipios de baja capacidad técnica se enfrentan a limitaciones que dificultan la implementación plena del enfoque SUMP, tales como la escasez de datos, la falta de personal especializado o la dependencia excesiva del coche privado en territorios de baja densidad. Esta contradicción pone de manifiesto una tensión creciente entre el marco europeo y la realidad operativa de gran parte de las ciudades europeas

menores de 100.000 habitantes (topic guide: sustainable urban mobility planning in smaller cities and towns. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans.).

En este contexto, el Estado del Arte debe entenderse como un ejercicio de alineación crítica: por un lado, es necesario comprender con precisión el alcance real del marco europeo; por otro, es imprescindible identificar dónde se encuentran las dificultades, vacíos o ambigüedades que persisten en su aplicación práctica, especialmente en ciudades pequeñas. En efecto, como han mostrado diversos proyectos del ámbito CIVITAS (principal plataforma europea de innovación en movilidad urbana), la adaptación de un PMUS no garantiza por sí misma no la calidad metodológica ni la capacidad de replicación de los resultados, puesto que los planes están condicionados por factores locales, institucionales y presupuestarios que dificultan su comparación entre ciudades o su evaluación en términos homogéneos ( CIVITAS Process & Impact Evaluation Framework: a readers' guide. CIVITAS 2030).

Desde este punto de vista, la revisión crítica del marco europeo no solo permite identificar los elementos más consolidados del modelo SUMP, sino también señalar aquellos ámbitos donde las metodologías existentes muestran una mayor dispersión conceptual o una menor capacidad de ofrecer herramientas realmente adaptables a contextos con recursos limitados. Esta tensión metodológica (entre la riqueza del marco conceptual y la ausencia de estructuras plenamente transferibles) será fundamental para comprender los vacíos que se observan posteriormente en los PMUS de Vitoria-Gasteiz y Koprivnica, y para fundamentar el desarrollo de una metodología comparativa capaz de ofrecer criterios claros, replicables y operativos para ciudades pequeñas.

### **3.2.1 Aportaciones de literatura científica y autores relevantes**

Además de las orientaciones formales recogidas en las *SUMP Guidlines*, la literatura académica reciente ha analizado las limitaciones que enfrentan las ciudades pequeñas en la planificación de la movilidad sostenible. Diversos estudios subrayan que estos municipios suelen disponer de estructuras institucionales reducidas, escasa capacidad técnica y sistemas de datos fragmentados, lo que dificulta la aplicación completa de los marcos metodológicos europeos. Por ejemplo, *Lorenzini (2024)* identifica déficits persistentes en la continuidad administrativa y en los procesos de evaluación, mientras que *Marsden y Reardon (2018)* destaca que la gobernanza local condiciona de manera decisiva la eficacia de las políticas de movilidad. De forma complementaria, *Hull (2008)* señala que la falta de recursos técnicos limita la posibilidad de desarrollar diagnósticos robustos y sistemas de seguimiento estables.

Estas limitaciones han sido también analizadas desde perspectivas metodológicas. *Calabrò y D'Ascanio (2020)* evidencian la necesidad de adaptar los procesos de evaluación a contextos con disponibilidad reducida de datos, *Papa y Bertolini (2015)* argumentan que los enfoques tradicionales requieren ajustes cuando se aplican a municipios pequeños debido a su menor diversidad modal y a la estructura urbana compacta. En conjunto, esta literatura coincide en que las ciudades de menos de 100.000 habitantes necesitan arcos metodológicos proporcionados, que integran criterios claros, procedimientos reproducibles y mecanismos de seguimiento compatibles con sus capacidades operativas.

En esta misma línea, *Gühnemann et al. (2016)*, a partir del proyecto CH4ALLENGE, muestran que incluso ciudades medianas afrontan dificultades significativas en la evaluación continua, especialmente al diferenciar entre evaluación de impacto y evaluación del proceso. En el caso

de municipios pequeños, esta distinción se hace aún más problemática: la falta de datos constantes, la inestabilidad de los equipos técnicos y la ausencia de rutinas formales de medición provoca que, en muchos planes, la evaluación ex-post sea poco más que un trámite, sin capacidad real para orientar mejoras ni medir resultados.

Los informes del ITF-OECD publicados en los últimos años (2022, 2023) coinciden en señalar que los municipios pequeños suelen presentar carencias estructurales de datos, lo que dificulta evaluar de manera consistente el impacto de las políticas de movilidad. Estos trabajos alertan sobre la necesidad de disponer de marcos de indicadores mínimo y de procedimientos de normalización que permitan comparar resultados entre ciudades y asegurar una medición estable a lo largo del tiempo. Según esta literatura, la falta de datos homogéneos y comparables es uno de los principales obstáculos para trasladar experiencia entre municipios de características similares y para valorar adecuadamente la efectividad de las medidas aplicadas.

En conjunto, estas aportaciones refuerzan la idea de que las metodologías SUMP deben ajustarse explícitamente a los contextos con menor capacidad técnica. La literatura coincide en que, estos sistemas de evaluación claros y trazables, capaces de mantener en el tiempo sin generar una carga operativa que los ayuntamientos no puedan asumir.

### 3.3 El marco metodológico SUMP: principios, fases y límites estructurales

El enfoque PMUS constituye hoy el pilar metodológico central de la planificación de la movilidad urbana en Europa. Las directrices publicadas en 2019 por Rupprecht Consult consolidar una arquitectura que combina visión estratégica, participación ciudadana, evaluación continua y una integración explícita entre movilidad, urbanismo y sostenibilidad ambiental. Este planteamiento representa una evolución significativa respecto a modelos tradicionales de planificación del transporte, que solían centrarse en la funcionalidad viaria y en la resolución de problemas de congestión sin abordar de forma integral la interacción entre movilidad y forma urbana. La edición revisada de las SUMP Guidelines enfatiza precisamente esta dimensión transversal, señalando que la movilidad debe entenderse como un sistema social, económico y ambiental cuyo funcionamiento repercute directamente en la habitabilidad urbana y en la equidad territorial (Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Second Edition. 2019).

El documento de 2019 organiza el proceso SUMP en cuatro fases y doce pasos, lo que proporciona una estructura clara para acompañar el ciclo completo de planificación. La primera fase, centrada en la preparación y análisis, subraya la necesidad de comprender la movilidad desde una perspectiva amplia que incluya patrones de viaje, características del espacio urbano, condiciones de seguridad vial, accesibilidad universal y emisiones. Según las directrices, un diagnóstico robusto debe apoyarse en datos verificables y en metodologías contrastadas, integrando fuentes cuantitativas y cualitativas para capturar con precisión las necesidades reales del sistema urbano. Este planteamiento se complementa con herramientas desarrolladas por programas como **SUMPs-Up** y **CHALLENGE**, que insisten en la importancia de que los diagnósticos incluyan elementos de proceso (gobernanza, parificación, comunicación) y no se limiten únicamente a variables técnicas o de infraestructura (Monitoring and evaluation. Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans.).

La segunda fase plantea un desarrollo estratégico basado en la construcción de escenarios, una visión común y la definición de objetos. Aquí cobra relevancia la idea de “dirección compartida”, clave del enfoque SUMP y que coincide con recomendaciones del proyecto como **POLIS** para ciudades pequeñas, donde la participación y el consenso institucional condicionan en gran medida la viabilidad futura del plan. La visión debe enmarcarse en los objetivos europeos de neutralidad climática y conectarse con otros instrumentos estratégicos, respondiendo a la orientación marcada por la Comisión Europea en el **New EU Urban Mobility Framework**, que exige integrar la movilidad activa, la electrificación y la mejora del transporte público en una estrategia coherente a escala urbana y metropolitana (European Commission. Brussels, 14.12.2021 COM(2021)811 final. The New EU Urban Mobility Framework).

La tercera fase, relativa a la planificación de medidas, se articula mediante la selección y agrupación de actuaciones en paquetes coherentes. Las *SUMP Guidelines* indican que las medidas deben estar alineadas con la visión adoptada y que su selección ha de estar basada en una evaluación comparada de beneficios y costes. Sin embargo, aunque el documento ofrece criterios generales (impacto ambiental, eficiencia económica, seguridad vial, calidad del espacio público, atraktividad del transporte público), no establece un procedimiento único para priorizar actuaciones. Este punto se vuelve especialmente relevante porque afecta al grado de comparabilidad entre planes y a la claridad metodológica del proceso. De hecho, diversas guías complementarias, como la de *MobiliseYpurCity*, recomiendan técnicas multicriterio para ordenar medidas, pero no definen un estándar obligatorio ni un conjunto mínimo de criterios, lo que deja amplio margen a la interpretación local y genera resultados heterogéneos entre ciudades de distinta capacidad técnica (Developing Sustainable Urban Mobility Plans. Guidelines for MobiliseYourCity geographies. Mobilise Ypur City).

La cuarta fase, donde se abordan la implementación y el seguimiento, representa uno de los componentes más valorados del enfoque SUMP. Las directrices de 2019 insisten en que el seguimiento no debe limitarse a medir resultados finales, sino que debe valorar el funcionamiento del propio proceso para identificar desviaciones, retrasos o carencias de coordinación. En este punto, los trabajos del proyecto CHALLENGE resultan especialmente relevantes, ya que proponen una distinción explícita entre evaluación de impacto y evaluación de procesos. La primera se centra en medir cambios en indicadores clave (reparto modal, emisiones, seguridad vial, accesibilidad), mientras que la segunda examina cómo se ha desarrollado el propio ciclo de planificación, si se han cumplido los hitos previstos y si la gobernanza ha sido efectiva. Esta doble perspectiva constituye una aportación importante para la calidad de ciclo SUMP, si bien su aplicación práctica depende de la disponibilidad de datos y de la capacidad institucional de cada municipio (Monitoring and evaluation. Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans).

Además de esta estructura en fases, el enfoque SUMP descansa sobre ocho principios fundamentales que guían todo el proceso:

1. Participación ciudadana
2. Compromiso político
3. Integración transversal
4. Evaluación continua
5. Planificación rentable
6. Cooperación interadministrativa
7. Enfoque multimodal
8. Búsqueda de ciudades más habilitadas

Estos principios han sido reiterados en documentos posteriores y en iniciativas como la serie de materiales de referencia del **Urban Mobility Observatory**, que subrayan que el éxito de los *SUMPs* depende tanto de estos principios como de las medidas adoptadas. De hecho, la literatura especializada insiste en que la calidad de un PMUS no se mide únicamente por las infraestructuras que propone, sino también por la solidez de su gobernanza y por la capacidad de la ciudad para sostener procesos participativos y mecanismos de evaluación a lo largo del tiempo (Expert corner: SUMP reference materials. EU Urban Mobility Observatory).

Sin embargo, a pesar de la solidez conceptual del modelo, el enfoque SUMP presenta limitaciones estructurales que hacen particularmente evidentes en el caso de ciudades pequeñas. El propio **Topic Guide for Smaller Cities and Towns** reconoce que los municipios de menor tamaño operan con recursos limitados, cuentan con personal técnico reducido y dependen de estructuras institucionales menos complejas. Estas condiciones dificultan la aplicación íntegra del ciclo SUMP, especialmente en lo relativo al diagnóstico avanzado, al seguimiento mediante indicadores o a la evaluación sistemática de medidas. Además, el documento subraya que, en estos contextos, la dependencia del vehículo privado y la escasez de alternativas de transporte puede limitar la capacidad de adoptar estrategias transformadoras a corto plazo, lo que obliga a adaptar las metodologías a realidades operativas más austeras (topic guide: sustainable urban mobility planning in smaller cities and towns. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans).

Este conjunto de tensiones revela que, aunque el enfoque SUMP ha logrado establecer un marco sólido y ampliamente reconocido, su aplicación práctica presenta una variabilidad considerable. Las guías europeas proponen un esquema flexible, pensado para adaptarse a distintas capacidades institucionales, pero esa misma flexibilidad introduce márgenes amplios de interpretación que pueden dificultar la comparabilidad entre planes y limitar la transferibilidad de resultados. Esta cuestión será central en capítulos posteriores, especialmente cuando se analicen los PMUS de Vitoria-Gasteiz y Koprivnica, ya que ambos casos ilustran de manera nítida los contrastes entre teoría y práctica, así como los vacíos metodológicos que persisten en ámbitos como los indicadores mínimos, la evaluación ligera o la priorización formal de medidas.

### 3.4 Diagnóstico, sistemas de indicadores y evaluación en el marco europeo

El diagnóstico es uno de los elementos más determinantes del enfoque SUMP, no solo porque permite caracterizar el funcionamiento actual del sistema, sino porque condiciona la coherencia del resto del plan. En la edición de 2019 de las *SUMP Guidelines*, la Comisión Europea insiste en que esta fase debe apoyarse en datos que reflejan fielmente los patrones de viaje, el reparto modal, la accesibilidad, la seguridad vial y los niveles de emisiones, entre otros factores. El diagnóstico inicial, según establece *Rupprescht Consul (2019)*, debe proporcionar “una imagen clara” del estado del sistema, combinando datos cuantitativos con elementos cualitativos que permitan comprender no solo cómo se mueve la población, sino también por qué lo hace de una determinada manera. Esta perspectiva integrada pretende evitar que los planes se limiten a abordar problemas puntuales sin atender a los condicionantes estructurales del territorio.

Para reforzar esta visión, diversos proyectos europeos han desarrollado herramientas complementarias. Uno de los más influyente ha sido **CHALLENGE**, cuyo manual de *Monitoring and Evaluation* plantea una distinción precisa entre la evaluación de impactos y la evaluación de procesos. El primero se centra en medir cambios en el comportamiento de la movilidad o en indicadores ambientales, mientras que el segundo examina la calidad metodológica del propio plan, incluyendo hitos, participación, gobernanza y coordinación institucional. Esta doble dimensión exige que el diagnóstico establezca una línea base de referencia sobre la que evaluar posteriormente los avances y posibles desviaciones del plan (CHALLENGE, 2016). En la práctica, sin embargo, esta recomendación no siempre se aplica de forma homogénea, especialmente en ciudades con menor capacidad técnica (Monitoring and evaluation. Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans).

La necesidad de seleccionar indicadores adecuados aparece también de forma destacada en las guías de **MobiliseYourCity**. Su documento de 2023 plantea que los indicadores deben ser claros, relevantes y comprensibles para las administraciones locales, y advierte contra la adopción de paneles excesivamente complejos que resulten inviables de mantener. La guía propone organizar los indicadores en torno a categorías funcionales (accesibilidad, transporte público, modos activos, emisiones, seguridad vial), pero deja la selección final en manos de cada municipio, con la recomendación explícita de escoger únicamente aquellos que puedan medirse de forma realista en el tiempo. Esta orientación pragmática, aunque razonable conduce inevitablemente a una fuerte heterogeneidad entre planes municipales (Developing Sustainable Urban Mobility Plans. Guidelines for MobiliseYourCity geographies).

No es casualidad que esta cuestión resuene especial fuerza en el ámbito de las ciudades pequeñas. El **Topic Guide for Smaller and Towns** subraya que estos municipios operan, en muchos casos, con recursos técnicos limitados y dependen de fuentes de datos fragmentadas o poco sistemáticas. El documento reconoce que las ciudades pequeñas difícilmente pueden mantener inventarios completos, ejecutar encuestas periódicas de movilidad o desplegar sistemas automáticos de recogida de datos, por lo que recomiendan simplificar tanto la fase de diagnóstico como la selección de indicadores (Rupprecht Consult, 2021). Esta recomendación, aunque realista, revela una matriz importante: el marco europeo acepta que no todas las ciudades pueden cumplir plenamente sus propias directrices metodológicas.

En relación con la evaluación, el *New EU Urban Mobility Framework* (COM(2021)811) introduce objetivos que requieren un seguimiento sistemático, especialmente en lo relativo a emisiones, electrificación y transporte público. Sin embargo, este marco político no proporciona un método operativo para garantizar que todas las ciudades (especialmente las pequeñas) dispongan de los datos necesarios para evaluar el progreso de dichas metas. La Comisión reconoce que la movilidad urbana es clave para la transición climática, pero deja un amplio margen a los Estados miembros y a los municipios en cuanto a la implementación del seguimiento y la calidad de los indicadores (European Commission, 2021). En consecuencia, la evaluación ex-post tiende a variar significativamente según la disponibilidad de datos y la estructura de gobernanza local.

La literatura especializada coincide en señalar que la estabilidad de las series de datos es uno de los aspectos más problemáticos del ciclo *SUMP*. El *Urban Mobility Observatory* recoge múltiples experiencias que muestran cómo la continuidad del seguimiento depende, en gran medida, de la capacidad de la administración para sostener equipos técnicos, gestionar información de forma periódica y articular la cooperación entre departamentos. En ciudades pequeñas, esta continuidad suele verse afectada por la rotación del personal, la dependencia de consultorías externas o la falta de herramientas digitales, lo que implica que la evolución se base, en ocasiones, en mediciones aisladas o poco comparables (Expert corner: *SUMP reference materials*. Sustainable Urban Mobility Plans. EU Urban Mobility Observatory).

Todo ello genera un escenario complejo en el que, pese a que las metodologías europeas promueven diagnósticos basados en datos verificables, los propios documentos reconocen que las capacidades reales de los municipios (y particularmente de los más pequeños) no siempre permiten cumplir estos estándares. La ausencia de un panel mínimo común de indicadores y la falta de un protocolo claro de evaluación ex – post incrementan esta heterogeneidad. De hecho, estos vacíos condicionan tanto la comparabilidad entre planes como la posibilidad de medir su impacto real de manera coherente. Esta tensión metodológica no es un detalle menor: constituye uno de los aspectos avanzados, pueden aparecer resultados dispares en materia de seguimiento, coherencia interna o medición de avances.

### 3.5 Problemas estructurales del modelo SUMP en su aplicación

A medida que el enfoque *SUMP* ha ido consolidándose como el estándar europeo en planificación de la movilidad urbana, también han emergido tensiones entre la arquitectura conceptual del modelo y su implementación real. Estas tensiones no responden a fallos puntuales, sino a vacíos estructurales que aparecen tanto en ciudades grandes como, especialmente, en municipios pequeños. La literatura reciente coincide en señalar que la potencia metodológica del *SUMP* convive con limitaciones operativas que dificultan su traslado íntegro a contextos municipales con escasos recursos, baja disponibilidad de datos y estructuras institucionales reducidas (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023; Rupprecht Consult, 2021).

Uno de los primeros problemas que se identifica es el desajuste entre la ambición del marco y las capacidades reales de los municipios. Las directrices europeas establecen una secuencia metodológica exigente (diagnóstico profundo, construcción de escenarios, evaluación continua y sistemas de indicadores) que muchas ciudades pequeñas no pueden desarrollar por falta de personal técnico, estabilidad administrativa o herramientas analíticas. Esto genera una brecha

persistente entre el PMUS como referencia y su ejecución en territorios de baja capacidad. El propios *Topic Guide for Smaller Cities an Towns* reconoce esta limitación y plantea la necesidad de “versiones simplificadas” del proceso (Rupprecht Consult, 2021).

Otro aspecto problemático aparece en la excesiva flexibilidad del modelo. Las guías europeas inciden en que no existe un único modo de elaborar un PMUS.; cada ciudad debe adaptar la metodología a su contexto. Esta flexibilidad es teóricamente positiva, per, en la práctica, conduce a interpretaciones muy dispares del proceso SUMP, produciendo planes difíciles de comparar entre sí. La heterogeneidad resultante afecta a indicadores, diagnósticos, estrategias, evaluaciones e incluso al propio alcance del plan. Proyectos como *SUMPs-Up* o *MobiliseYourCity* han puesto de manifiesto que esta variabilidad compromete la transferibilidad de las buenas prácticas y dificulta la creación de una base común de conocimiento (SUMPs-Up/ICLEI, 2018; MobiliseYourCity, s.f).

La falta de protocolos de priorización de medidas constituye otro vacío importante. Aunque las guías recomiendan seleccionar actuaciones en función de su contribución a los objetivos estratégicos, no aportan un procedimiento claro para ordenar intervenciones ni ponderar criterios de forma homogénea. Esto deja la priorización en manos de decisiones locales muy dependientes de la experiencia técnica disponible, con resultados desiguales. La ausencia de un marco multicriterio mínimo compartido (que sí aplican otras metodologías europeas en ámbitos distintos, como la energía o la gestión de residuos) limitan la consistencia de los PMUS e introducen sesgos políticos o coyunturales en la toma de decisiones.

En paralelo, los trabajos de CH4LLENGE han evidenciado que la evaluación sigue siendo el punto más débil del ciclo SUMP. Muchas ciudades elaboran un plan inicial sólido, pero no desarrollan mecanismos formales de seguimiento o evaluación ex post. Las dificultades son especialmente visibles en la generación de series históricas, la continuidad institucional y la capacidad para actualizar el pan en función de resultados. No es extraño que municipios pequeños operen con mediciones aisladas o incompletas, lo que impide conocer si las medidas adoptadas resultan efectivas o si los objetivos estratégicos están siendo alcanzados (CH4LLENGE, 2016).

Una carencia especialmente relevante, y que afecta de manera directa al desarrollo metodológico posterior en este TFM, es la **ausencia de criterios comunes para la comparabilidad entre PMUS**. Ninguna guía europea establece un marco que permita evaluar de forma homogénea planes de ciudades diferentes, ni ofrece herramientas para medir la transferibilidad de medidas entre municipios similares. Esto supone un obstáculo significativo para medir la transferibilidad de medidas entre municipios similares. Esto supone un obstáculo significativo para generar aprendizaje colectivo y dificulta que los ayuntamientos identifiquen qué practicas son realmente replicables en su escala. La literatura coincide en que este vacío es crítico, y que la falta de un enfoque comparativo constituye uno de los grandes retos pendientes de la planificación sostenible en Europa (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023).

En síntesis, el modelo SUMP es sólido en términos conceptuales, pero su aplicación real pretenda vacíos que se amplifican en ciudades pequeñas. Esta sección no pretende cuestionar el valor de las directrices europeas (hoy indispensables para la planificación sostenible), sino identificar de manera clara los límites estructurales del marco, que posteriormente justificar la propuesta metodológica de este trabajo.

### 3.6 Indicadores y evaluación: carencias, límites y problemas detectados en ciudades pequeñas

Uno de los aspectos más problemáticos del marco SUMP es la falta de “definición” del sistema de indicadores. Las guías europeas recomiendan construir paneles “robustos y verificables”, pero nunca llegan a especificar qué indicadores son imprescindibles ni cómo deben medirse en municipios con recursos limitados. El resultado es una gran dispersión: cada ciudad elige sus métricas según lo que considera relevante o, en muchos casos, según lo que técnicamente puede medir. Esta flexibilidad, que en origen pretende favorecer la adaptación local, termina generando comúnmente diagnósticos incompletos y evaluaciones difícilmente comparables entre municipios (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023). Para ciudades pequeñas, donde la capacidad técnica suele depender de una o dos personas, esta falta de definición no es un detalle menor: condiciona la base misma del PMUS.

El problema se vuelve más evidente en la evaluación. Muchas ciudades completan el diagnóstico inicial, elaboran la visión y definen medidas, pero no llegan a desarrollar un sistema realista de seguimiento. CH4ALLENGE ya alertó de esta debilidad hace una década: incluso las ciudades medianas presentaban dificultades para implementar evaluaciones ex post por falta de datos, metodologías o continuidad interna (CH4ALLENGE, 2016). En municipios pequeños, esta fase es prácticamente inexistente. A veces se recurre a mediciones puntuales (un aforo manual, una encuesta reducida a una estimación de emisiones basada en factores genéricos) que ofrecen una imagen muy parcial del sistema. La evaluación intermedia, cuando existe, tiende a centrarse más en el cumplimiento administrativo del plan que en el impacto real de las medidas.

También hay un aspecto que suele pasar desapercibido: la falta de indicadores cualitativos. Aunque las guías europeas mencionan la importancia de incorporar percepciones ciudadanas o niveles de satisfacción, casi ningún PMUS de pequeña escala lo hace. Las ciudades tienden a priorizar lo medible (aforos, reparto modal. Número de pasajeros) porque es lo que pueden obtener. Sin embargo, en municipios donde la movilidad se organiza en torno a hábitos sociales y patrones muy arraigados, la percepción juega un papel decisivo. Entender por qué la gente no usa la bicicleta, qué barreras percibe, o qué expectativas tiene respecto al transporte público, suele aportar más claridad que muchos indicadores puramente cuantitativos.

En conjunto, el sistema de indicadores y evaluación presenta una debilidad estructural que limita la capacidad de los PMUS para orientar decisiones futuras. No se trata únicamente de un problema técnico, sino metodológico: sin un panel mínimo común, sin continuidad en la medición y sin una conexión clara entre indicadores, objetivos y medidas, el PMUS pierde su función estratégica. De ahí que la literatura insista en la necesidad de construir metodologías comparativas sencillas, realistas y adaptadas a cargos técnicos municipales con tiempo y medios escasos (Rupprecht Consult, 2021). Este trabajo retoma justamente esa carencia para, en el capítulo siguiente, plantear un marco evaluativo específico para ciudades pequeñas.

### 3.6.1 Evidencia auditorial sobre las limitaciones metodológicas en PMUS

La literatura reciente ha analizado críticamente la aplicabilidad real de las metodologías PMUS en ciudades pequeñas, señalando vacíos que no dependen únicamente del diseño técnico, sino de la estructura institucional y de la capacidad operativa disponible.

Los resultados del proyecto CH4ALLENGE, analizados por Günemann et al. (2016), ponen de manifiesto que la evaluación y el seguimiento constituyen los puntos más frágiles de los PMUS, incluso en ciudades de tamaño medio. Entre los problemas más habituales destacan la falta de continuidad en la recogida de datos, la rotación frecuente del personal técnico y el uso de indicadores poco comparables entre sí, lo que dificulta obtener una medida fiable del impacto real de las actuaciones implementadas. Estas carencias se acentúan todavía más en las ciudades pequeñas, donde la infraestructura de datos es mínima y los procedimientos de seguimiento son, en muchos casos, insuficientes para garantizar una evaluación sólida y sostenible en el tiempo.

Según Lorenzini (2024), la mayoría de las metodologías PMUS asumen la existencia de equipos técnicos estables, disponibilidad de datos continuados y marcos administrativos maduros; condiciones que rara vez se cumplen en municipios por debajo de 50.000 – 70.000 habitantes. Esta asimetría genera un desfase entre la ambición metodológica y la excitabilidad real de las medidas.

En conjunto, estas aportaciones refuerzan la necesidad de dotar a los PMUS de herramientas proporcionadas al contexto local, apoyadas en plantillas operativas y marcos comparativos adaptados a la capacidad institucional de los municipios pequeños. Precisamente este es el planteamiento que adopta la metodología desarrollada en este TFM, orientada a ofrecer procesos de evaluación y priorización que sean manejables, verificables y sostenibles en el tiempo.

### 3.7 Metodologías PMUS existentes y factores limitantes en ciudades pequeñas.

Las metodologías europeas para la elaboración del PMUS han crecido en número y detalle durante la última década. Entre las más influyentes se encuentran las *SUMP Guidelines* (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023), los manuales de SUMPs-Up, los términos de referencia de *MobiliseYourCity* y diversas guías temáticas de POLIS Network. Cada una aporta herramientas y enfoques que, en teoría, deberían facilitar la planificación sostenible. Sin embargo, la revisión crítica revela un patrón común: todas comparten una ambición metodológica que rara vez coincide con las capacidades y condiciones reales de las ciudades pequeñas. El resultado es un desfase persistente entre la teoría (brillante y bien estructurada) y la práctica, limitada por la disponibilidad de datos, la estructura institucional y los recursos técnicos del municipio.

Uno de los primeros problemas es la propia escala para la que fueron concebidas estas metodologías. La mayoría nació pensando en ciudades medianas o metropolitanas, con equipos de movilidad estables, departamentos sectoriales diferenciados y acceso a sistemas de datos relativamente fiables. SUMPs-Up, por ejemplo, presenta fichas de herramientas muy útiles, pero presupone la existencia de técnicos con capacidad para realizar análisis multicriterio, elaborar

escenarios complejos o aplicar herramientas de modelización. Para un municipio que apenas dispone de un arquitecto municipal y un ingeniero a tiempo parcial, este nivel de exigencia genera barreras insalvables, más aún cuando no existe soporte continuado para aplicar estas herramientas en el tiempo (SUMPs-Up/ICLEI, 2018).

La guía de MobiliseYourCity, aunque más consciente de las limitaciones administrativas, tampoco logra resolver completamente el problema. Propone una estructura más ligera y orientada a países con baja capacidad institucional, pero sus recomendaciones siguen requiriendo cierta estabilidad técnica y un volumen mínimo de datos. Incluso cuando intenta simplificar, lo hace reduciendo pasos o flexibilizando procedimientos, pero no plantea metodología verdaderamente adaptadas a municipios pequeños europeos, donde la movilidad está profundamente condicionada por patrones locales: desplazamientos cortos, dependencia del coche en ausencia de transporte público y un tejido urbano disperso que dificulta la aplicación de modelos pensados para grandes ciudades (MobiliseYourCity, s.f.).

Otro punto crítico es la falta de directrices claras sobre cómo evaluar la logística urbana, una dimensión esencial para cualquier PMUS contemporáneo. La mayor parte de las metodologías dedican escasas menciones a la distribución urbana de mercancías, un ámbito que en ciudades pequeñas suele mezclarse con la actividad comercial tradicional, los suministros de hostelería y el reparto de última milla. POLIS Network ha insistido en esta carencia, señalando que la logística responde a dinámicas propias y necesita indicadores y procedimientos específicos. Pero los PMUS rara vez integran herramientas para diagnosticar o planificar la carga y descarga, lo que deja un área crítica sin una metodología clara (POLIS Network, 2020).

A esto se añade la escasa adaptación de los modelos participativos. Las metodologías europeas recomiendan procesos amplios de participación ciudadana, talleres sectoriales o consultas abiertas. En ciudades grandes esto es viable; en municipios pequeños, no siempre. La participación suele concentrarse en grupos reducidos (comerciantes, asociaciones vecinales, centros educativos) y la capacidad técnica para dinamizar procesos complejos es limitada. Pese a que la literatura reconoce esta diferencia, apenas existen propuestas metodológicas adaptadas a escalas reducidas. Las guías repiten la recomendación general (“involucrar a la ciudadanía”), pero no desarrollan procedimientos realistas para municipios que, en ocasiones, carecen incluso de una oficina de participación estructurada (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023).

También existe un vacío notable en relación con la priorización de medidas. Algunas metodologías sugieren utilizar enfoques multicriterio, pero no definen criterios mínimos ni escalas de ponderación recomendadas. Esta falta de temas específicos deja a muchos municipios sin una herramienta clara para tomar decisiones y, en la práctica, la selección de medidas termina dependiendo más de la intuición técnica, del calendario político o de la disponibilidad presupuestaria que de un análisis comparado. Estudios de International Transport Forum (ITF/OECD, 2020) han señalado que esta ambigüedad metodológica contribuye a planes que parecen coherentes sobre el papel, pero que carecen de un esquema sólido de priorización cuando se aplican en entornos reales.

Por último, existe un aspecto que rara vez se menciona en las metodologías, pero que influye profundamente en su eficiencia: la continuidad institucional. Las guías europeas no contemplan

la elevada rotación administrativa característica de los municipios pequeños, donde un técnico puede asumir funciones de movilidad un año y desaparecer del organigrama al siguiente. Sin personal estable, cualquier metodología compleja (por muy bien diseñada que esté) queda truncada antes de completar un ciclo. La investigación reciente sobre gobernanza local subraya que la estabilidad del personal técnico es uno de los factores más determinantes para que los PMUS evolucionen y se revisen adecuadamente (UN-Habitat, 2022).

Estas limitaciones no invalidan las metodologías existentes, pero sí ponen de manifiesto que **ninguna ha sido pensada realmente para las condiciones estructurales de los municipios pequeños**. A pesar de los esfuerzos por flexibilizar los procesos, las guías continúan basándose en supuestos de capacidad que no son generalizables. De ahí la necesidad de avanzar hacia marcos adaptados, ligeros y comparativos, capaces de ofrecer herramientas operativas sin exigir niveles de datos o recursos fuera del alcance de estas ciudades.

### 3.7.1 Umbral legal para la exigencia de PMUS y definición operativa de “ciudad pequeña”

En España, la obligación de contar con un PMUS está estrechamente vinculada a la normativa que regula las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). La Ley 7/2021 de Cambio Climático, en su artículo 14.3, establece que todos los municipios con más de 50.000 habitantes (y aquellos de más de 20.000 que superen los valores límite de calidad del aire) deben implantar una ZBE, en la práctica, este mandato exige disponer de un PMUS actualizado, coherente con los objetivos t requisito que marca la propia ley.

Esta obligación se desarrolla con mayor precisión en el Real Decreto 1052/2022, que define los criterios técnicos básicos que deben cumplir las ZBE y refuerza la necesidad de que la planificación de la movilidad se articule mediante un PMUS que cuente con objetivos claros, medidas asociadas e indicadores de seguimiento. En conjunto, ambas normas convierten la existencia de un PMUS actualizado en un elemento imprescindible para garantizar el cumplimiento regulatorio y orientar las actuaciones de movilidad hacia un marco común de descarbonización y calidad del aire.

A escala europea no existe un umbral de población que obligue formalmente elaborar un SUMP; la Comisión Europea lo plantea como una recomendación estratégica que cobra especial relevancia en aquellas ciudades sometidas a presiones de tráfico, problemas de emisiones o procesos intensos de reorganización urbana. Aun así, la documentación técnica más reciente m incluido el *Topic Guide Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns*, recurre habitualmente a la categoría operativa de “ciudades pequeñas<sup>2</sup> para referirse a municipios por debajo de los 100.000 habitantes, y en particular a aquellos situados entre 20.000 y 50.000, donde las limitaciones de capacidad técnica, disponibilidad de datos y solidez institucional son más evidentes.

Esta definición operativa es la que adopta este TFM para organizar el análisis y justificar la necesidad de metodologías proporcionadas, ligeras y trazables, capaces de ajustarse a la capacidad institucional y a los recursos disponibles. Aunque no exista una obligación demográfica explícita en el marco europeo, lo municipios de este rango requieren herramientas adaptadas que garanticen la eficacia real de su planificación de la movilidad.

### 3.8 Escala urbana y aplicabilidad: por qué las ciudades pequeñas necesitan otro marco analítico

El enfoque SUMP nació con vocación universal, pero la escala urbana condiciona la forma en que se diagnostica, se prioriza y se evalúa. En ciudades pequeñas, los desplazamientos son más cortos, la red de transporte público suele ser limitada o inexistente y la dependencia del coche responde, a menudo, a una estructura territorial dispersa que el plan no puede modificar en el corto plazo. Este contexto no invalida el modelo europeo, pero sí exige instrumentos diferentes: indicadores mínimos, procedimientos “ligeros” y una priorización de medidas menos burocratizada y más operativa. Las propias SUMP *Guidelines* y el *Topic Guide for Smaller Cities and Towns* admiten que la capacidad técnica y la continuidad institucional son el principal cuello de botella para desplegar el ciclo completo de planificación en municipios de menor tamaño (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023; Rupprecht Consult, 2021).

La lógica de datos es un buen ejemplo del choque entre la teoría y la escala. Gran parte de las herramientas recomendadas presuponen encuestas periódicas de movilidad, contajes automáticos, plataformas de explotación y series temporales estables. muy pocas ciudades pequeñas disponen de esa infraestructura; y cuando la tienen, no siempre cuentan con personal para mantenerla. El resultado es un diagnóstico puntual que envejece rápido y una evaluación ex post que se vuelve testimonial. Por eso, en estos contextos cobran sentido metodologías “de bajo coste”: aforos manuales bien diseñados, campañas escolares para medir caminabilidad, conteos ciclistas estacionales, o paneles de indicadores esenciales que puedan repetirse cada año sin depender de consultorías externas (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023).

También la gobernanza cambia con la escala. En una ciudad grande, la participación se organiza con procesos amplios y mesas sectoriales estables; en un municipio pequeño, la escucha social es más directa pero menos estructurada, y la rotación administrativa puede desdibujar la memoria técnica del plan. Las guías europeas recomiendan participación “significativa”, pero no detallan procedimientos adaptados a realidades donde un mismo técnico puede alternar movilidad, urbanismo y medio ambiente. Esta asimetría explica por qué la coordinación interdepartamental es frágil y por qué la integración urbanismo-movilidad queda a veces enunciada pero no operativizada (Rupprecht Consult, 2021).

Hay, además, diferencias estructurales en la propia movilidad. En ciudades pequeñas, el viaje tipo es corto, multimodal “blando” (a pie o en bici) y fuertemente condicionado por horarios escolares y actividades de proximidad. El transporte público, si existe, es de baja frecuencia, con efectos evidentes sobre la competitividad modal. Bajo esta continuidad fina de aceras y carriles bici, el calmado de tráfico y la gestión realista del aparcamiento. La literatura que analiza SUMP en menor escala converge en esta idea: menos catálogo y más ajuste fino, con medidas tácticas y de rápida implantación (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023; Rupprecht Consult, 2021)

Otra brecha poco atendida es la logística urbana. En municipios pequeños se mezcla el comercio de barrio con la distribución capilar y suministro de hostelería, muchas veces en calles con sección limitada y alta presencia peatonal. Las metodologías europeas han avanzado en movilidad de personas, pero la planificación del reparto sigue subrepresentada; faltan indicadores, franjas y protocolos adaptados a escalas reducidas. Proyectos y redes como POLIS

han subrayado ese vacío y la necesidad de incorporar herramientas específicas en los PMUS, algo que rara vez se materializa en los planes locales (POLIS Network, 2020)

En síntesis, la escala importa. No porque exija “rebajar” la calidad metodológica, sino porque obliga a re-secuenciar el proceso: diagnóstico esencial y repetible, indicadores medibles con recursos propios, evaluación continua “ligera”, y priorización multicriterio sencilla (pero explícita) que anteponga impacto, coste y mantenibilidad. Esta es la puerta de entrada al capítulo metodológico; un marco comparativo diseñado para lo que una ciudad pequeña puede realmente hacer, no para lo que, en abstracto, sería deseable (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023; Rupprecht Consult, 2021)

### **3.8.1 Figuras operativas de gobernanza en un PMUS**

La literatura y los principales programas europeos en movilidad sostenible coinciden en que la calidad del diseño técnico de un PMUS solo se traduce en resultados cuando existe una arquitectura de gobernanza clara, con responsabilidades bien definidas, rutinas de trabajo estables y mecanismos de coordinación que reduzcan la dependencia de personas concretas y aseguren continuidad en el tiempo. Las SUMP Guidelines (2nd edition) y proyectos como SUMPs-Up, CH4ALLENGE, MobiliseYourCity o CIVITATIS subrayan que, junto con un sistema de indicadores adecuado, la gobernanza es el factor que más condiciona la viabilidad real de un plan en municipios de menor escala.

Apartir de estas recomendaciones, y de los problemas identificados en numerosos PMUS reales, pueden señalarse seis figuras operativas que, adaptadas a la capacidad de cada municipio, resultan decisivas para determinar hasta qué punto un plan de movilidad puede implementarse con éxito o, por el contrario, queda bloqueado en su desarrollo. Estas funciones no son elementos accesorios, sino piezas estructurales que condicionan la continuidad y la eficiencia del PMUS en ciudades pequeñas.

#### **1. Comité técnico interdepartamental (estructura mínima de coordinación)**

Esta figura constituye el eje operativo del PMUS. Reúne de forma periódica a personal técnico de áreas como urbanismo, movilidad, medio ambiente, obras, policía local o contratación, y su cometido es garantizar que las decisiones cotidianas (licencias, obras señalización, actuaciones tácticas, ...) se alineen con los objetivos del plan.

En municipios pequeños, este comité suele funcionar con un grado de formalización reducido, pero su papel es decisivo: evita contradicciones entre servicios, reparte responsabilidades y reduce la dependencia de una única persona técnica. Experiencias europeas como las recogidas en el proyecto SUMPs-Up destacan que esta estructura es uno de los mecanismos más eficientes para mantener la continuidad del PMUS ante cambios políticos o rotación personal, promocionando un soporte estable a la implementación del plan.

#### **2. Comité político-técnico (validación estratégica del PMUS)**

Se trata de un órgano estable de coordinación en el que se alinean las prioridades técnicas con las directrices políticas. En municipios de menor tamaño suele integrar a las concejalías de movilidad y urbanismo junto con la dirección técnica, de modo que las decisiones, la

asignación de prioridades y la programación presupuestaria no queden condicionadas por impulsos coyunturales, sino por una lectura estratégica del PMUS a lo largo de todo el ciclo de cuatro o cinco años.

La Comisión Europea subraya que este “doble anclaje” político-técnico es determinante para asegurar continuidad institucional: fija responsabilidades claras, estabiliza rutinas de trabajo y reduce la dependencia de personas concretas, garantizando que el plan se mantenga operativo y coherente en el tiempo.

### **3. Foro de movilidad o mesa ciudadana permanente**

Aunque los procesos participativos en ciudades pequeñas suelen ser más modestos que en grandes urbes, la literatura coincide en que resulta imprescindible contar con un espacio estable de escuchar y dialogó con la ciudadanía. Un foro de este tipo, que puede reunirse un par de veces al año, permite contrastar cuestiones cotidianas como cambios en el espacio público, necesidades en itinerarios escolares, problemas de accesibilidad, convivencia entre modos o la eficacia de medidas de clamado. Este mecanismo no pretende replicar grandes procesos participativos, sino garantizar una interlocución constante capaz de aportar información valiosa para ajustar y mantener el PMUS en el tiempo.

Tanto CIVITATIS como MobiliseYourCity subrayan que este tipo de foro no necesita una estructura compleja para ser útil; lo verdaderamente importante es que funcione con cierta regularidad y que sus reuniones quedan registradas. Contar con actas y un mínimo de continuidad aporta legitimidad al proceso y ayuda a reducir conflictos durante la implantación de las medidas, ya que permite demostrar cómo y por qué se han tomado las decisiones.

### **4. Mesa logística urbana (DUM)**

La logística urbana es uno de los puntos más débiles en los PMUS y uno de los ámbitos donde más conflictos operativos y resistencias aparecen. Por ello, se recomienda que exista una mesa específica que incluya comercios, hostelería, empresas de reparto transporte regional y policía local.

Proyectos como POLIS y NOVELOG remarcan que esta mesa es esencial para cualquier medida de reparto (zonas de carga/descarga, horarios, microhubs, ZBE), y que su ausencia explica parte de los fracasos en la implantación de medidas logística en ciudades pequeñas.

### **5. Unidad responsable del PMUS (persona + rol, no departamento)**

Las directrices europeas son tajantes al respecto: un PMUS solo avanza con continuidad si existe una persona que actúa como referente técnico estable a lo largo de todo el proceso. No se trata de un cargo político ni necesariamente de un departamento específico, sino de una función que asegura la continuidad del plan: coordina su ejecución, organiza la actualización de indicadores, registra los avances, convoca reuniones y da coherencia al proceso incluso cuando hay rotación de personal.

El *Topic Guide for Smaller Cities* señala de forma explícita que este perfil es una pieza estructural en los municipios pequeños, donde la memoria institucional es frágil y los equipos técnicos suelen cambiar con frecuencia. Contar con esta figura reduce la

dependencia de personas concretas, vita que el plan se diluya con el tiempo y aporta estabilidad a todas las fases del PMUS.

#### **6. Sistemas de seguimiento operativo (PMIE + actas + repositorio)**

La gobernanza no se sostiene solo con reuniones, sino que necesita una rutina estable. La literatura propone un sistema mínimo basado en:

- Un panel de indicadores esenciales (como el PMIE definido en este TFM)
- Actas breves de cada reunión técnica o política
- Un repositorio municipal único donde guardar datos, mapas, aforos y mediciones.

La ausencia de este registro es uno de los principales motivos por los que muchos PMUS “desaparecen” a los dos o tres años.

### **3.9 Gobernanza, urbanismo y coordinación institucional: vacíos metodológicos**

La gobernanza es uno de los pilares del enfoque SUMP, pero también uno de los ámbitos donde se manifiesta con más claridad la brecha entre teoría y práctica. Las guías europeas insisten en la necesidad de articular estructuras estables de trabajo: mesas interdepartamentales, procesos participativos recurrentes, coordinación vertical entre administraciones y mecanismos de seguimiento que trasciendan los ciclos políticos. En municipios pequeños, sin embargo, esta arquitectura rara vez existe. No porque no sea deseable, sino porque la estructura administrativa no da para más. Con un equipo técnico reducido y departamentos que sumen múltiples funciones, la movilidad compite por atención con el urbanismo, el medio ambiente, la contratación o la gestión cotidiana de servicios. El SUMP exige una gobernanza robusta; los municipios pequeños, en cambio, funcionan con una gobernanza pragmática basada en urgencias.

A esto se suma un problema que pocas metodologías abordan de forma explícita: la rotación de personal técnico. En ciudades grandes, el área de movilidad cuenta con perfiles especializados que permanecen en la administración el tiempo suficiente para sostener procesos completos. En municipios pequeños, un solo cambio de gobierno o una jubilación puede deshacer años de conocimientos acumulados. La continuidad metodológica que exige el SUMP (diagnóstico, implementación, evaluación, revisión) requiere un hilo conductor que, en la mayoría de los casos, se pierde. Este hecho no es anecdótico: determina qué medidas pueden aplicarse y cuales quedan relegadas porque la institución ya no recuerda por qué fueron planteadas.

La desconexión entre urbanismo y movilidad es otro punto crítico. Aunque el discurso europeo enfatiza la planificación integrada, en la práctica los instrumentos urbanísticos suelen seguir su propio camino. Y esto es especialmente relevante en municipios pequeños, donde el planeamiento urbano, cuando está vigente, puede tener una antigüedad de varias décadas. En ese marco, alinear el PMUS con el planeamiento no es sencillo: el urbanismo suele responder a inercias de desarrollo, mientras que el PMUS busca transformar patrones de movilidad. Sin una coordinación efectiva, las medidas desmovilizadas acaban siendo correctoras, no estructurales. El resultado es un conjunto de actuaciones bien intencionadas, pero con un impacto limitado sobre la forma urbana.

El papel de la participación ciudadana también adquiere un matiz particular en estos municipios. A diferencia de las ciudades grandes, donde la participación puede estructurarse en foros amplios y formatos diferenciados, en municipios pequeños la relación es más directa, pero también más frágil. Las metodologías recomiendan procesos amplios de creación conjunta, pero raramente explican cómo deben adaptarse cuando la base social es reducida o cuando los conflictos locales son intensos. La realidad es que, sin pautas específicas, la participación acaba quedando en reuniones puntuales con actores conocidos, lo cual limita su capacidad para convertirse en un mecanismo real de legitimación y seguimiento.

### **3.10 Datos, trazabilidad y calidad técnica: límites reales del modelo europeo en municipios pequeños**

La planificación sostenible basada en datos es uno de los principios centrales del enfoque SUMP. Sin embargo, este principio choca frontalmente con la realidad estadística de la mayoría de los municipios pequeños. Las metodologías europeas presuponen la existencia de sistemas de conteo, inventarios actualizados, plataformas de seguimiento y encuestas periódicas. En ciudades grandes o medianas, esas herramientas, aunque imperfectas, suelen estar disponibles. En las pequeñas, no. La movilidad cotidiana raramente deja rastro cuantificable y, cuando lo hace, suele ser a través de mediciones puntuales, aisladas y difíciles de actualizar (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023).

A menudo, los ayuntamientos recurren a consultoras externas para resolver el diagnóstico inicial. Esto permite obtener una “foto” relativamente precisa del sistema, pero la trazabilidad desaparece tan pronto como se entrega el plan. El personal municipal no siempre dispone del tiempo o la formación técnica necesaria para mantener el panel de datos, actualizar la información o repetir el trabajo en un año después. La consecuencia es conocida: el PMUS arranca con un diagnóstico sólido, pero se desvanece en su fase de seguimiento, porque el municipio carece de una infraestructura de datos mínima que garantice continuidad. Esta discontinuidad no es un fallo del método, sino un límite estructural de capacidad administrativa.

A ello se suma una cuestión metodológica más profunda: **la falta de estandarización**. Dos municipios del mismo tamaño pueden medir cosas completamente distintas, con periodicidades dispares y con técnicas heterogéneas. En uno, los aforos se realizan completamente distintas, con periodicidades dispares y con técnicas heterogéneas. En otro, los aforos se realizan manualmente en una tarde; en otro, se apoyan en sensores permanentes de tráfico. Las guías europeas recomiendan flexibilidad, pero la flexibilidad excesiva (sin un núcleo común) impide comparar planes, detectar patrones o transferir aprendizajes. SUMP-UP ya advertía de esta dispersión y proponía una serie de indicadores básicos, pero nunca llegó a formalizarse como estándar operativo (SUMP-UP/ICLEI, 2018).

También conviene señalar que la calidad de los datos está fuertemente condicionada por la estructura territorial. En muchas ciudades pequeñas, la movilidad tiene un componente estacional elevado (turismo, campañas agrícolas, eventos, núcleos de segunda residencia). Medir únicamente en periodos neutros puede ocultar dinámicas clave; medir en periodos punta puede distorsionar el diagnóstico. Sin un marco técnico que oriente cuándo, cómo y cuántas veces debe medirse, los datos terminan siendo una aproximación parcial del sistema, incapaz de representar todos los escenarios relevantes.

Otro límite frecuente aparece en la *granularidad de la información*. Las metodologías europeas insisten en analizar la accesibilidad, la distribución modal o la seguridad vial, pero no explica cómo deben abordarse en municipios donde los datos estén fragmentados, son obsoletos o no existen. La falta de sistemas digitales de conteo obliga a trabajar con aproximaciones manuales que, si bien aceptables desde un punto de vista operativo, generan incertidumbre estadística. La literatura reciente sugiere que, en contextos de baja capacidad técnica, es preferible utilizar pocos datos, pero bien recogidos, antes que intentar replicar metodologías complejas sin garantías de calidad.

Por último, la trazabilidad continúa siendo uno de los principales puntos débiles del modelo SUMP. Sin un registro claro de los datos utilizados, sin un inventario accesible y sin criterios uniformes de medición, resulta difícil evaluar si las decisiones tomadas años después están alineadas con el diagnóstico inicial. Las ciudades pequeñas necesitan herramientas simples para almacenar, actualizar y documentar los datos utilizados en el PMUS; no grandes plataformas, sino procedimientos básicos de archivo y seguimiento. Lograrlo no exige inversiones extraordinarias, sino un **marco metodológico adaptado**, que será precisamente el que se desarrolle en el capítulo siguiente.

### **3.10.1 Temporalidad del PMUS: ciclo de cinco años evaluación y continuidad**

En el marco europeo, el PMUS combina una visión de medio y largo plazo con ciclos operativos breves que permiten implantar, medir y reajustar las actuaciones. En la práctica, estos ciclos suelen fijarse en 4-5 años, por tres motivos principales:

- 1. La necesidad de programar paquetes de actuación con un presupuesto realista**, ajustado al ciclo financiero del municipio, de modo que las medidas puedan ejecutarse sin depender de ampliaciones extraordinarias de recursos.
- 2. El seguimiento anual o bianual de los indicadores**, que permite detectar desviaciones, corregir problemas y adaptar el ritmo de implantación a la evolución real del sistema.
- 3. La revisión y actualización del plan al finalizar cada ciclo**, normalmente cada cuatro años, para abrir un nuevo periodo estratégico y ajustar las actuaciones a los cambios normativos, presupuestario o de demanda.

la lógica ya estaba presente en el Paquete de Movilidad Urbana (COM(2013) 913), donde el PMUS se concibe como un proceso continuo que combina implementación y seguimiento de manera permanente. La segunda edición de las SUMP Guidelines (2019) refuerza esta visión al estructurar el ciclo del plan en fases, pasos e hitos, e incorpora expresamente la idea de una evaluación iterativa.

El Marco Europeo de Movilidad Urbana de 2021 retoma esta línea y recuerda que no basta con introducir tecnología o renovar flotas hacia opciones de cero emisiones. El documento insiste en que la prioridad debe ser fortalecer el transporte y favorece los desplazamientos a pie y en bicicleta, al tiempo que se miden los resultados sistemática para ajustar la estrategia en cada ciclo de planificación.

#### **Implantación operativa para este TFM**

- El PMIE definido en este trabajo establece un conjunto mínimo de indicadores que deben actualizarse cada año (reparto modal, siniestralidad, continuidad de la red activa,

ocupación del aparcamiento en puntos críticos, veledades, ...). Este núcleo de datos permite realizar una evaluación intermedia a mitad del ciclo de planificación y facilita la revisión global del plan al cierre del periodo de cuatro o cinco años.

- En este enfoque, la gobernanza, a través del comité técnico, el foro ciudadano y la mesa de logística urbana, y la trazabilidad, mediante actas y un repositorio único de datos, actúan como elementos que permiten dar continuidad al PMUS entre un ciclo y el siguiente. Son, en la práctica, las piezas que evitan tener que “reiniciar” el plan en cada revisión y las que aseguran que el trabajo realizado entre 2021 y 2025 tengan continuidad en el periodo de 2026-2030.

El enfoque europeo plantea una visión de largo recorrido, pero apoya en ciclos operativos de unos cinco años que permite ejecutar actuaciones, medir avances y corregir el rumbo cuando es necesario. Para que este proceso funcione, se requiere disponer de un conjunto mínimo de indicadores actualizados cada año y una estructura de gobernanza estable, de modo que cada revisión del PMUS no parta de cero, sino que se construya la experiencia acumulada y la evidencia disponible.

### **3.11 Replicabilidad y transferibilidad en la evaluación de PMUS**

La aspiración de cualquier marco metodológico sólido es doble: por un lado, garantizar la calidad y la coherencia interna de los procesos de diagnóstico, diseño y evaluación; y por otro, permitir la comparación entre planes y facilitar la identificación de patrones, diferencias y aprendizajes transferibles. En el contexto PMUS, lo primero se aborda mediante la definición de procedimientos de análisis participación e indicadores; lo segundo exige disponer de criterios comunes que hagan posible contrastar planes desarrollados en ciudades con características similares.

Sin embargo, la revisión de la literatura y de los materiales técnicos disponibles evidencia una limitación relevante: actualmente no existe un marco operativo que permita medir de forma sistemática la comparabilidad y la transferencia de los PMUS. Aunque las *SUPM Guidelines* reconocen la necesidad de flexibilidad local, no establecen un conjunto mínimo de criterios ni fijan las condiciones necesarias para evaluar si una medida mantiene un desempeño equivalente en ciudades con escalas, morfologías o capacidades institucionales similares.

El problema no es solo técnico; es metodológico. Para que una política sea replicable, debe existir primero un lenguaje compartido (taxonomía de medidas, familias de intervención, dominios de impacto), luego un núcleo de indicadores equivalente y, por último, un mecanismo de normalización que permita comparar magnitudes capturadas con métodos distintos. Hoy, cada PMUS clasifica sus medidas a su manera (“movilidad activa”, “espacio público”, “calmado”, “TP”, “aparcamientos”), define indicadores con unidades diferentes o periodicidades dispares, y evalúa impactos con metodologías heterogéneas. En estas condiciones, transferir lecciones deja de ser un proceso científico para convertirse en una narrativa de casos: útil para inspirar, insuficiente para decidir.

A esta dispersión se suma la dependencia del contexto. En ciudades pequeñas, una misma actuación (“reordenación de carga y descarga”, “zona 30”, “carril bici protegido”, “P+R periférico”) no opera sobre el mismo sustrato urbano ni institucional que en áreas metropolitanas. Cambia la densidad, cambia la jerarquía viaria, cambia las fricciones de

gobernanza y, sobre todo, cambia el coste de mantenimiento respecto el presupuesto municipal. Si el análisis ignora estos condicionantes, la “transferibilidad” se confunde con la mera imitación: adoptamos un rótulo de medida, pero no aseguramos que produzca efectos equivalentes.

La literatura técnica aporta pistas claras para salir del bucle. Primero, definir familias de medidas con descriptores técnicos estandarizados (objetivo principal, condiciones urbanas mínimas, requisitos de datos, costes de implantación y de operación). Segundo, anclar la comparación en un panel esencial de indicadores (pocos, estables, replicables con bajo coste) que pueda medirse anualmente con recursos municipales. Tercero, incorporar de forma explícita criterios de contexto (escala poblacional, densidad, oferta de TP, compacidad, capacidad técnica, continuidad política), de modo que la “transferibilidad” no signifique “copiar”, sino reproducir impactos esperables en condiciones comparables (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023; SUMPs-Up/ICLEI, 2018; MobiliseYourCity, s.f.).

Este TFM recoge ese vacío y lo convierte en la puerta de entrada a la propuesta metodológica del capítulo siguiente: un marco comparativo ligero y aplicable a ciudades pequeñas, construido sobre tres piezas:

- I. Taxonomía operativa de medidas (qué es exactamente cada intervención y qué pide al territorio).
- II. Panel mínimo de indicadores con protocolos de medición simples y repetibles.
- III. Módulo de contexto que permita clasificar ciudades por rasgos clave y, a partir de ahí, estimar replicabilidad (qué medidas pueden trasladarse) y transferibilidad (con qué magnitud de impacto cabe esperar).

La ambición no es homogeneizar los PMUS, sino hacerlos legibles entre sí.

### **3.11.1 Fuentes para el recuento de PMUS en España y en Europa (método y apéndice)**

El recuento del PMUS existentes en ciudades pequeñas y medianas se ha realizado a partir de fuentes institucionales consolidadas, evitando estimaciones propias para garantizar un proceso trazable y sin duplicidades. A escala europea, la referencia más sólida es la base de datos el EU Urban Mobility Observatory – ELTIS, que recopia los planes registrados directamente por los municipios, incluidos los SUMPs aprobadas o en fase de actuación. Este recurso proporciona información homogénea que permite identificar qué ciudades cuentan con un plan vigente, en qué fase del ciclo se encuentran y cuál fue su fecha oficial de adopción.

Para el caso español, la referencia principal utilizada es el Inventario Nacional de PMUS elaborado por el MITMA en 2016. Este registro se ha completado con información procedente autonómico y de los propios ayuntamientos, accesibles también a través de la base de datos de ELTIS. A partir de este conjunto de fuentes es posible distinguir entre planes ya aprobados, planes que se encuentran en procesos de revisión y aquellos municipios que, por superar los umbrales de población establecidos en la LEY 7/2021 y el RD 1052/2022, que obligan a disponer de una Zona de Bajas Emisiones, deben contar con un PMUS actualizado.

Dado que en este capítulo el propósito es exponer únicamente el marco metodológico, las tablas completas con el recuento de PMUS, los filtros aplicados (población, disponibilidad documental

y estado del ciclo) y las referencias utilizadas se han desplazado al Apéndice. Esto permite mantener el cuerpo del capítulo centrado en el análisis conceptual y evitar interrupciones en la lectura, garantizando claridad y continuidad en la exposición.

### **3.12 Síntesis final del Estado del Arte y transición hacia la metodología comparativa**

El análisis desarrollado en los apartados anteriores muestra que el marco europeo de planificación de la movilidad urbana ha alcanzado una madurez notable, pero que dicha solidez metodológica no siempre encuentra un reflejo operativo en ciudades pequeñas. El modelo SUMP aporta visión, estructura y una lógica de mejora continua, aunque presenta vacíos que se amplifican cuando se aplica en contextos con escasa capacidad técnica, datos limitados y estructuras institucionales reducidas (ELTIS/EU Urban Mobility Observatory, 2019/2023). Los capítulos 3.4 a 3.10 confirman que estos vacíos no son excepciones, sino patrones unificados y dificultades persistentes para sostener la evaluación en el tiempo.

Tampoco la literatura ofrece un marco robusto para comparar PMUS entre ciudades similares. Aunque proyectos como SUMP-Us-Up, MobiliseYourCity o POLIS han contribuido a mejorar herramientas específicas, ninguno ha resuelto la cuestión central: **cómo evaluar si una medida aplicada en una ciudad pequeña puede reproducir impactos equivalentes en otra con característica parecidas** (SUMP-Us-Up/ICLEI, 2018; MobiliseYourCity, s.f.; POLIS Network, 2020). La ausencia de taxonomías comunes, de indicadores esenciales y de criterios de contexto impide hablar de transferibilidad en sentido riguroso; a lo sumo, se pueden identificar “buenas prácticas” sin garantía de replicación. De hecho, los documentos revisados convergen en una idea sencilla pero decisiva: **sin bases homogéneas de comparación, la movilidad sostenible en ciudades pequeñas avanza a través de experiencia aisladas, no de aprendizaje estructurado.**

En este sentido, el capítulo 4 no surge como una propuesta abstracta, sino como una respuesta estructurada a las carencias detectadas: la falta de comparabilidad entre PMUS, la necesidad de criterios operativos realistas para ciudades pequeñas y la urgencia de construir una herramienta que permita evaluar, priorizar y transferir medidas con una base técnica sólida. El marco metodológico que se expone a continuación (ligero, replicable y ajustado a la capacidad real de los municipios) pretende precisamente cubrir ese vacío. Cierra el Estado del Arte y abre, al mismo tiempo, el camino hacia un instrumento práctico que facilite decisiones informadas y comparaciones coherentes entre ciudades de pequeña escala.

### **3.13 Marco general del análisis multicriterio en planificación de la movilidad**

La toma de decisiones en el ámbito de la movilidad urbana y, en particular, la elaboración o actualización de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) requiere herramientas capaces de ordenar problemas complejos, integrar datos procedentes de distintas fuentes y valorar opciones que difícilmente pueden juzgarse desde el único punto de vista técnico o económico. En escenarios donde confluyen numerosos actores, restricciones financieras y metas que en ocasiones computen entre sí, los métodos de decisión multicriterio (MCDA) se han convertido en una pieza clave para estructurar procesos de decisión más claros, justificables y equilibrados.

El uso de métodos multicriterio tiene una larga tradición en ámbitos como el ferroviario o la evaluación de infraestructuras, principalmente porque permiten abordar a proyectos con múltiples dimensiones y reunir, en un mismo esquema analítico, aspectos técnicos, ambientales y económicos. Esa misma lógica suele estar condicionada por presupuestos ajustados, disponibilidad limitada de información y la necesidad de explicar y justificar cada decisión tanto a la ciudadanía como a los responsables políticos. En estos contextos, aplicar un análisis multicriterio ayuda a evitar que el diseño del plan dependa únicamente de impresiones subjetivas de presiones puntuales, aportando mayor solidez al proceso y facilitando posteriormente la evaluación de los resultados.

Des un punto de vista teórico, los métodos MCDA suelen clasificarse en dos grandes corrientes, una distinción propuesta por Hwang y Yoon en 1981 que continúa siendo un referente en la literatura especializada.

1. **Métodos de toma de decisión multi-atributo (Multi-Attribute Decision-Making, MADM).** Este conjunto de métodos se caracteriza por trabajar con un número limitado y claramente definido de alternativas, por lo que resulta especialmente adecuado cuando se necesita ordenar o priorizar opciones concretas. En el ámbito de los PMUS, su utilidad es evidente en situaciones como decidir la implantación de una zona 30, ampliar una red ciclista, reorganizar los espacios de carga y descarga o mejorar la velocidad comercial del transporte público, ya que permiten valorar simultáneamente el efecto de cada medida según varios criterios.

Dentro de esta categoría se encuentran metodologías ampliamente difundidas, como AHP, ANP, ELECTRE, PROMETHEE o los sistemas basados en sumas ponderadas, entre otras.

2. **Métodos de toma de decisión multi-objetivo (Multiobjective Decision-Making, MODM).** A diferencia de los enfoques anteriores, los métodos MODM se aplican cuando el conjunto de soluciones posibles no está previamente definido, sino que forma un espacio continuo en el que es necesario identificar configuraciones óptimas sujetas a distintas restricciones. En este ámbito se engloban técnicas como la programación multicriterio o la optimización por metas, muy habituales en ingeniería, matemática aplicada o logística avanzada. No obstante, su uso directo en los PMUS es menos frecuente, ya que estos planes suelen partir de un catálogo cerrado de actuaciones y no de un espacio continuo de alternativas, lo que limita la aplicación la aplicabilidad práctica de estos modelos en la planificación urbana.

La diferencia entre ambos enfoques no es simplemente teórica, sino que orienta directamente qué método resulta más adecuado para cada situación. En los PMUS de municipios pequeños, lo que se necesita no es explorar un abanico infinito de combinaciones posibles, sino valorar y ordenar un conjunto limitado de actuaciones que, además deben poder explicarse con claridad, justificarse ante distintos agentes y mantenerse en el tiempo. Por ello, la opción más lógica es recurrir a un enfoque MADM.

Con esta idea de fonde, este capítulo adopta una metodología multicriterio sencilla, práctica y fácilmente reproducible, basada en métodos MADM que puede aplicarse sin grandes exigencias técnicas por parte de los ayuntamientos. Este planteamiento responde a los principios

identificados en el Estado del Arte: priorización transparente, uso trazable de la información, consideración de los costes de mantenimiento, adaptación a la capacidad técnica municipal y coherencia con los objetivos de movilidad sostenible.

Tal y como señala Víctor Yepes Piqueras (UPV, 2018), los métodos multicriterio de tipo multi-atributo (MADM) pueden clasificarse en función del tipo de información con la que se trabaja (determinista, probabilística o sujeta a distintos grados de incertidumbre) o atendiendo a cómo se estructura el proceso de decisión, ya sea con un único responsable o mediante dinámicas de consenso en grupo. Aunque estas distinciones resultan útiles desde un plano teórico, la categorización que ha tenido mayor difusión en los últimos años es la formulada por Hajkowicz y Collins (2007) y posteriormente organizada de manera más sistemática por De Brito y Evers (2016). Esta última clasificación encaja especialmente bien en contextos urbanos donde es necesario comparar un conjunto discreto de medidas, como ocurre en la elaboración del PMUS para municipios de menor tamaño.

Según estas clasificaciones, los métodos multicriterio se agrupan en cinco grandes familias:

1. **Métodos de puntuación directa (Scoring Methods):** estos métodos se fundamentan en operaciones aritméticas sencillas que combinan las valoraciones otorgadas a cada alternativa con los pesos asociados a los distintos criterios. Entre los modelos más representativos se encuentran SAW/WSM (Weighted Sum Model) y COPRAS. Suelen emplearse con frecuencia en la planificación de la movilidad porque permiten llevar a cabo procesos de evaluación ágiles, transparente y fáciles de reproducción, sin necesidad de recurrir a herramientas informáticas complejas.
2. **Métodos basados en la distancia (Distance-Based Methods):** este conjunto de métodos analiza cada alternativa comparando lo cerca que se encuentra de una solución considerada ideal y, a la vez, la separación que mantiene respecto a un escenario no deseado. En esta familia incluyen técnicas como TOPSIS o VIKOR, que resultan especialmente útiles para contrastar la solidez de los resultados o para detectar equilibrios y compromisos entre distintos criterios. No obstante, su aplicación suele requerir una mayor precisión en la normalización y tratamiento de los datos, lo que implica cierta exigencia técnica adicional.
3. **Métodos de superación (Outranking Methods):** este tipo de métodos establece relaciones de preferencia entre alternativas a partir de niveles de concordancia y discordancia, lo que permite determinar en qué medida una opción supera a otra bajo distintos criterios. Entre las metodologías más conocidas destacan PROMETHEE y ELECTRE, especialmente útiles cuando se trabaja con información incompleta, imprecisa o difícil de cuantificar. Sin embargo, su mayor complejidad técnica y los requisitos de calibración suelen limitar su aplicabilidad en administraciones locales con recursos y capacidades analíticas reducidas.
4. **Métodos por comparación por pares (Pairwise Comparison):** los métodos por comparación por pares se basan en realizar comparaciones dos a dos entre los criterios para obtener relativos a partir de juicios valorativos. El ejemplo más extendido es el AHP, ampliamente utilizado en ingeniería y especialmente adecuado para administraciones locales debido a su carácter intuitivo y a la posibilidad de verificar la coherencia interna de las valoraciones emitidas. Junto a él, existen otras variantes como

ANP o MACBETH, que amplían el enfoque cuando la estructura de relaciones entre criterios es más compleja.

5. **Métodos basados en funciones de utilidad o valor (Utility/Value Methods):** este grupo se incluyen enfoques como MAUT (centro en funciones de utilidad) y MAVT (centrado en funciones de valor), que permite expresar matemáticamente el nivel de satisfacción que ofrece cada alternativa respecto a un criterio determinado. A través de estas funciones, las valoraciones iniciales se transforman en indicadores que reflejan el grado de cumplimiento de cada opción. MIVES, ampliamente aplicado en proyectos de ingeniería y edificación, deriva de esta misma familia metodológica y aporta aplicado en proyectos de ingeniería edificación, deriva de esta misma familia metodológica y aporta formulaciones específicas para definir curvas de satisfacción asociadas a los criterios evaluados.

En el marco de este Trabajo Fin de Máster (centrado en ordenar y priorizar medidas de movilidad sostenible en municipios de menor tamaño, donde el conjunto de alternativas está bien delimitado y la disponibilidad de datos es reducida) resulta más pertinente emplear métodos MADM que sean sencillos, comprensibles y fácilmente reproducibles. Su mayor accesibilidad permite que puedan integrarse sin dificultad en la dinámica habitual de trabajo de un ayuntamiento. Este razonamiento sustenta la elección metodológica que se desarrolla en los aparatados agentes.

La literatura especializada ha estudiado ampliamente las distintas familias de métodos multicriterio, identificando sus principales fortalezas, sus limitaciones y los contextos en los que resultan más adecuados. Sin embargo, el propósito de este Trabajo Fin de Máster no es elaborar una revisión exhaustiva de todas las metodologías MCDA, sino centrarse en aquellas que ofrecen una utilidad real para apoyar la toma de decisiones en la planificación de la movilidad urbana. Esto es especialmente relevante en ciudades pequeñas, donde los recursos técnicos suelen ser reducidos y la disponibilidad de datos es más limitada.

En este tipo de municipios, la necesidad de priorizar intervenciones (ya sea en movilidad activa, ampliación de redes ciclables, reorganización del transporte público, gestión de la distribución urbana de mercancías o actuaciones destinadas a calmar el tráfico) obliga a trabajar con un conjunto discreto y manejable de alternativas. Cada una de estas medidas presentan impactos diversos, tanto cualitativos como cuantitativos, que difícilmente puede compararse de forma intuitiva. Por este motivo, los métodos multicriterio de carácter discreto (MADM) se posicionan como la opción más adecuada, ya que permiten evaluar de manera clara y transparente los beneficios y costes asociados a cada actuación, integrando simultáneamente diferentes dimensiones del problema.

Este enfoque resulta especialmente útil cuando se busca analizar alternativas que:

- Están claramente definidas.
- Son pocas en número (por ejemplo, 5-10 medidas o paquetes de actuación).
- Presentan impactos diferenciados en indicadores de movilidad (reparto modal, seguridad vial, accesibilidad o emisiones).
- Requieren ser priorizadas con criterios explícitos que puedan defenderse ante órganos técnicos, políticos y de ciudadanía.

En definitiva, los métodos MADM permiten una evaluación equilibrada y comparativa de cada opción, algo imprescindible en el contexto de los PMUS, donde la planificación debe justificarse por qué unas actuaciones se consideran prioritarias y cómo contribuyen de manera diferencial a los objetivos del plan. Este es el enfoque adoptado en este capítulo, que se apoya en métodos operativos, replicables y comprensibles, plenamente alineados con las necesidades de municipios con estructuras técnicas reducidas.

### **3.14 Factores para considerar en un análisis multicriterio**

Antes de seleccionar el método MCDA resulta necesario definir con precisión los elementos que conforman el proceso: las alternativas, los criterios, los pesos y la matriz de evaluación que los articula. Contar con este marco bien delimitado es fundamental para asegurar que las decisiones resulten trazables, comparables y fáciles de justificar, especialmente en administraciones con recursos limitados, donde las herramientas deber ser sencillas y reproducibles.

#### **Alternativas (A): delimitación operativa.**

Las alternativas representan opciones claramente diferenciadas para alcanzar los objetivos del plan. Su definición debe partir de una descomposición sistemática de metas, restricciones y condicionantes, de modo que pueden perfectamente acotadas. Es recomendable mantener un número reducido de alternativas para evitar complejidades innecesarias y garantizar que todas ellas estén documentadas con un nivel similar de detalle: propositivo, alcance, requisitos mínimos, condicionantes y supuestos de partida. Esta estructuración favorece la planificación de métodos MADM, que trabajan con conjuntos discretos, y facilita la trazabilidad del razonamiento técnico.

#### **Criterios (C): reglas explícitas de comparación**

Los criterios actúan como las “reglas del juego” que permiten comparar alternativas y reflejar las preferencias del decisor. Para cumplir función deben ser relevantes para los objetivos del plan, no redundantes, comparables entre las distintas opciones y lo bastante estables como para emplearse en sucesivas evaluaciones. En contextos municipales es esencial que puedan medirse o calificarse mediante procedimientos consistentes, ya sean cuantitativas o cualitativas estructurados, y que su formulación sea independiente de cualquier alternativa concreta, respondiendo siempre al marco evaluativo general del PMUS.

#### **Pesos (w): importancia relativa con respaldo formal**

Los pesos determinan la importancia que se asigna a cada criterio dentro del proceso de decisión. Pueden establecerse mediante asignación directa (a través de consensos entre equipos técnicos y responsables políticos) o derivarse de procedimientos más favorables, como comparaciones por pares basadas en un AHP simplificado, que permiten verificar la coherencia interna de las preferencias. En cualquier caso, los pesos deben quedar debidamente documentados (fuente, fecha, participantes y método empleado) y normalizados de forma que su suma sea igual a uno, garantizando así transparencia y facilidad de auditoría.

A continuación, se presentan los enfoques más habituales, adaptados al contexto de la planificación de la movilidad y, en particular, a los PMUS de ciudades pequeñas.

- i. Método de asignación directa: en este enfoque, los responsables de la decisión otorgan un peso específico a cada criterio basándose en su propio juicio y experiencia. Se trata, por tanto, de un procedimiento explícito en el que el decisor asigna directamente un valor numérico que refleja la importancia relativa de cada criterio dentro del problema a analizar. Estos pesos pueden expresarse mediante una escala ordinal (por ejemplo, puntuaciones del 1 al 10) o mediante una escala proporcional, como porcentajes que puede aplicarse en entornos donde se requiere rapidez o donde no se dispone de herramientas más complejas.
- ii. Método de Entropía: este método, fundamentado en los principios de la teoría de la información, analiza el grado de variabilidad o dispersión presente en los datos asociados a cada criterio. La lógica es esencial: un criterio adquiere mayor peso cuanto más diversa sea la información que aporta, es decir, cuando las alternativas muestran evaluaciones muy diferenciadas entre sí. En consecuencia, aquellos criterios con menor variación (y, por tanto, con menor capacidad discriminadora) reciben pesos más bajos, mientras que los que presentan una mayor heterogeneidad en los valores contribuyen de forma más significativa al proceso de decisión.
- iii. Método de Regresión: este enfoque utiliza técnicas estadísticas para determinar la importancia relativa de los criterios a partir de datos observados. Mediante modelos de regresión (lineal u otros más avanzados) se analiza cómo cada criterio se relaciona con los resultados que se pretende explicar o predecir. Así, los pesos derivan de la influencia que cada variable ejerce sobre el resultado, siempre que exista la información histórica o una base de datos suficiente sólida para estimar estas relaciones.
- iv. Métodos de Análisis de Componentes Principales (PCA): el PCA se emplea para reducir la dimensionalidad de conjunto amplio de datos, identificando las combinaciones de variables que concentran la mayor parte de la variabilidad. A partir de estas componentes principales, es posible asignar pesos a los criterios en función de la contribución que realizan a dichas componentes. De este modo, los criterios con mayor capacidad explicativa dentro de la estructura de datos adquieren mayor relevancia en el proceso de decisión.
- v. Método del Autovector: este método se basa en la obtención del autovector principal asociado a una matriz de comparaciones por pares. El procedimiento refleja la estructura de preferencias del decisor, ya que el autovector resultante proporciona un conjunto de pesos que resume de forma coherente las relaciones establecidas entre los criterios. Se trata del fundamento matemático utilizado en métodos como el AHP, que permiten verificar la consistencia de las comparaciones realizadas.

Una vez establecidos los criterios, los pesos correspondientes y las alternativas, el siguiente paso consiste en construir una matriz de evaluación que permita organizar toda la información de forma estructurada. En esta matriz, cada fila representa una alternativa y cada columna corresponde a un criterio, lo que facilita comparar de manera sistemática el desempeño de cada opción y avanzar hacia la identificación de la solución más adecuada.

**Matriz de Evaluación (X)**

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} \end{pmatrix}$$

**Vector de Pesos ( $\gamma$ )**

$$\mathbf{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_j)$$

**Matriz de Evaluación Normalizada (N)**

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1j} \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} \end{pmatrix} \rightarrow \mathbf{N} = \begin{pmatrix} n_{11} & \dots & n_{1j} \\ \vdots & \diagdown & \vdots \\ n_{i1} & \dots & n_{ij} \end{pmatrix}$$

Figura 1 Matriz de decisión. Fuente: Modelos Avanzados en Ingeniería Civil -UE. Profesor: José Luis López Oliete

Donde:

- $A_i$ : Alternativas propuestas
- $C_j$ : Criterios que se utilizan para analizar cada alternativa  $A_i$
- Vector de Medición. Cada alternativa  $A_i$  quedará caracterizada por un vector fila  $\mathbf{X}_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij})$ , que da la medición de la alternativa según cada criterio.
- Vector de Pesos. La importancia relativa de cada criterio viene definida mediante un vector de pesos  $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_j)$ . Estos pesos se normalizan, es decir  $\sum_{j=1} \gamma_j = 1$

### 3.15 Propuesta metodológica para abordar la problemática objeto de estudio

El enfoque metodológico desarrollado en este Trabajo de Fin de Máster parte de la necesidad de disponer de una herramienta que permita ordenar y priorizar medidas de movilidad en contextos donde confluyen múltiples criterios limitados y una evidente heterogeneidad entre alternativas. Tal como se ha expuesto en capítulos anteriores, los PMUS de ciudades pequeñas requieren procesos de decisión que sean transparentes, trazables y fácilmente reproducibles, pero que mantengan al mismo tiempo el rigor necesario para justificar por qué determinadas actuaciones se consideran más adecuadas que otras.

Con este propósito, la metodología propuesta se articula sobre la combinación de dos herramientas multicriterio complementarias:

1. El **Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**, empleado para la derivación estructurada de pesos mediante comparaciones por pares.
2. El **Weighted Sum Model (WSM)**, utilizado como método principal de evaluación y priorización de las alternativas de actuación.

### 3.15.1 Método AHP como base para jerárquica para la definición de pesos

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una metodología diseñada para desglosar problemas complejos en una estructura jerárquica compuesta por un objetivo general, un conjunto de criterios y, cuando procede, subcriterios asociados. Esta organización facilita la comprensión del proceso y permite analizar de forma ordenada cómo contribuye cada elemento a la decisión final.

Su funcionamiento se basa en establecer comparaciones por pares entre los criterios, valorando en qué medida uno resulta más relevante que otro dentro del contexto del problema. Estos juicios (emitidos normalmente por personal técnico, responsables municipales o grupos mixtos) se transforman posteriormente en pesos numéricos mediante el cálculo del autovector principal de la matriz de comparaciones. De este modo, opiniones cualitativas estructuradas se convierte en valores cuantitativos que pueden emplearse en un proceso de priorización.

Una de las aportaciones más útiles del AHP es su capacidad para evaluar la coherencia de los juicios emitidos a través del índice de consistencia. Esta verificación resulta particularmente valiosa en municipios pequeños, donde los procesos de decisión suelen involucrar equipo reducidos con perspectivas técnicas y políticas que pueden no coincidir plenamente.

Por todo ello, el AHP constituye una herramienta especialmente adecuada para determinar los pesos de los criterios utilizados en este Trabajo Fin de Máster. Su aplicación garantiza que la ponderación responda a una lógica clara, transparente y defendible, evitando que el proceso quede condicionado por preferencias implícitas o decisiones poco estructuradas. Además, estos pesos servirán como base para el método principal de evaluación empleado posteriormente en el análisis de alternativas.

### 3.15.2 Método WSM como procedimiento principal de priorización

El Weighted Sum Model (WSM), o modelo de suma ponderada, es uno de los métodos multicriterio discretos más extendidos debido a su funcionamiento sencillo, su transparencia y su idoneidad en contextos donde los recursos técnicos son limitados. El procedimiento consiste en evaluar cada alternativa según las puntuaciones obtenidas en los criterios y definidos y combinarlas con los pesos asignados a dichos criterios, generando un valor agregado que permita establecer un orden de prioridad entre las diferentes opciones.

La base del método es la matriz de decisión, en la que las alternativas se sitúan en filas y los criterios en columnas. Cada celda recoge una puntuación previamente normalizada según la naturaleza del criterio (de beneficio, de coste, ordinal, etc.). A partir de esta matriz, el valor final de cada alternativa se calcula mediante la suma de los productos entre estas puntuaciones normalizadas y los pesos correspondientes.

Una de las principales virtudes del WSM es su carácter intuitivo y fácilmente explicable, un aspecto clave en los procesos de planificación de la movilidad, donde es necesario justificar ante equipos técnicos, responsables y políticos y ciudadanía cómo se ha construido el ranking de priorización. Además, al no requerir conocimientos matemáticos avanzados ni el uso de software especializado, se convierte en una herramienta especialmente adecuada para municipios de pequeña escala, donde la capacidad técnica suele ser más reducida.

El método también destaca por su flexibilidad, ya que permite integrar en un mismo marco tanto criterios cuantitativos (como los procedentes del panel mínimo de indicadores) como criterios cualitativos estructurados, por ejemplo, la aceptación social o la viabilidad interna de las actuaciones. Esta combinación facilita una visión equilibrada que recoge la complejidad inherente a la movilidad sostenible.

Por todo ello, el WSM se adopta en este TFM como el método principal para priorizar las alternativas identificadas, constituyendo el núcleo del enfoque multicriterio utilizado en el análisis.

### **3.15.3 Integración metodológica AHP-WSM**

La metodología planea en este Trabajo Fin de Máster integra las ventajas del AHP y del WSM dentro de un marco coherente que permite evaluar y priorizar actuaciones de movilidad en municipios de pequeña escala.

En primer lugar, el AHP se emplea para obtener una ponderación estructurada de los criterios mediante comparaciones por pares. Este procedimiento garantiza que los pesos asignados reflejen de forma transparente las prioridades locales e incorporen la perspectiva tanto de técnicos como de responsables municipales y otros actores implicados en la toma de decisiones.

Posteriormente, el WSM utiliza estos pesos para elaborar un ranking final de alternativas a partir de un matiz de decisión normalizada. Este modelo permite comparar actuaciones muy distintas dentro de una misma lógica de análisis, facilitando una lectura clara y una interpretación directa de los resultados.

La combinación de ambos métodos ofrece un equilibrio adecuado entre rigor metodológico y viabilidad práctica, algo especialmente relevante en municipios con recursos técnicos reducidos, donde no resulta realista aplicar procedimientos más complejos que exigen una mayor carga computacional o bases de datos más amplias.

Trabajando de forma conjunta, AHP y WSM conforman una metodología sólida, comprensible y fácilmente reproducible, alineada tanto con las necesidades específicas de los PMUS de pequeña escala como las carencias metodológicas identificadas en el Estado del Arte. Además, esta integración permite sumar criterios cuantitativos y cualitativos en un único marco decisional, lo que facilita la comunicación del proceso y de sus resultados ante equipos técnicos, responsables políticos y ciudadanía.

Por último, aunque este TFM adopta la combinación AHP + WSM como eje metodológico, el diseño plantea deja abierta la posibilidad de incorporar en fases posteriores métodos basados en distancias, como TOPSIS, con el fin de contrastar la robustez de los resultados o profundizar en enfoques basados en soluciones ideales, todo ello sin modificar el planteamiento operativo central.

### 3.16 Categorización e identificación de los criterios clave para PMUS en ciudades pequeñas

Literatura europea coincide en que la correcta definición de criterios es un elemento central para evaluar y priorizar medidas en un PMUS, especialmente en ciudades pequeñas donde los recursos técnicos administrativos son limitados. Las SUMP Guidelines recalcan las necesidades de establecer desde del inicio criterios claros, medibles y alineados con los objetivos estratégicos del municipio, ya que constituyen la base para un proceso de planificación coherente y orientado a resultados.

En los municipios de menor tamaño, esta exigencia se vuelve más crítica debido a la escasez de datos, la capacidad técnica desigual y la falta de sistemas de seguimiento consolidados. Según el *Topic Guide* para ciudades pequeñas (SUMP-UP), estos entornos necesitan criterios “realistas y operativos”, que puedan aplicarse sin una carga técnica excesiva. En la misma línea, *MobiliseYourCity* advierte que los criterios deben apoyarse en indicadores que puedan mantenerse en el tiempo sin depender de consultoras externas, recomendando trabajar con un conjunto reducido pero sólido de indicadores esenciales.

Las directrices europeas también subrayan que los criterios deben ser comparables, coherentes y estructurarse en familias vinculadas a objetivos clave como seguridad vial, protección ambiental, eficiencia económica, accesibilidad universal y gestión integrada de la movilidad. Además, deben acompañar todo el ciclo del PMUS: diagnóstico, diseño de actuaciones, seguimiento y evaluación.

Finalmente, plataformas como SUMP Central amplían el enfoque e insisten en incorporar dimensiones a menudo menos presentes en los PMUS, como la gobernanza, participación ciudadana, capacidad institucional y logística urbana. Para ciudades pequeñas, se recomienda especialmente que los criterios aporten sencillez, trazabilidad y estabilidad frente a cambios administrativos, garantizando así la continuidad del plan.

#### 3.16.1 Definición de criterios para el análisis multicriterio

La literatura europea coincide en que la formulación rigurosa de los criterios es un elemento esencial para garantizar la coherencia metodológica y la validez de cualquier PMUS, especialmente cuando se trabaja con métodos multicriterio. Las *SUMP Guidelines* insisten en que estos criterios deben definirse de forma clara, transparente y verificable, pues constituyen a la base sobre la que se evalúa el impacto de cada actuación. Cuando no están bien estructurados, las decisiones tienden a depender de percepciones subjetivas, reduciendo la calidad técnica del plan y dificultando su aplicación.

En las ciudades pequeñas, esta necesidad es aún mayor debido a la escasez de datos, la capacidad técnica limitada y la dificultad para mantener sistemas de seguimiento continuos. El *Topic Guide* para municipios de menor tamaño subraya que estos contextos requieren criterios simples, manejables y fácilmente actualizables, evitando modelos demasiado complejos cuya continuidad no pueda garantizarse. En la misma línea, *MobiliseYourCity* recomienda vincular los criterios a indicadores que los ayuntamientos puedan medir con sus propios recursos, de forma estable y sin depender de tecnologías costosas ni de consultoras externas.

Las directrices europeas también señalan que los criterios deben ser comparables y coherentes entre sí, estructurados en familias vinculadas a los objetivos fundamentales del PMUS: seguridad vial, calidad ambiental, accesibilidad universal, eficiencia económica y gestión integrada de la movilidad. Estos criterios deben acompañar todas las fases del plan (diagnóstico, diseño, seguimiento y evaluación continua) para asegurar consistencia a lo largo del ciclo de planificación.

Finalmente, plataformas como SUMP Central amplían este enfoque, recordando que los criterios deben reflejar la complejidad actual de la movilidad urbana e incorporar dimensiones tradicionalmente menos presentes, como gobernanza, participación ciudadana, capacidad institucional y logística urbana. En el caso de las ciudades pequeñas, se enfatiza además la importancia de mantener criterios simples y trazables, que puedan sostenerse incluso ante cambios administrativos. En conjunto, este marco permite configurar una evaluación integral y adaptada a las particularidades locales, elemento clave para la priorización multicriterio desarrollada en este TFM.

### **3.16.2 Criterios Técnicos (CT)**

Los criterios técnicos (CT) son la base para evaluar la viabilidad y el rendimiento funcional de las actuaciones de un PMUS. Las *SUMP Guidelines* subrayan que deben permitir valorar cómo una medida mejora el comportamiento del sistema de movilidad y su integración en la red urbana, asegurando seguridad vial, accesibilidad universal y eficiencia modal. Esta necesidad es especialmente crítica en ciudades pequeñas, donde las capacidades técnicas y de infraestructura son más limitadas y donde la calidad del espacio público y la continuidad de los itinerarios condicionan fuertemente los resultados.

El *Topic Guide* para ciudades pequeñas (SUMPs-Up) insiste en que los criterios técnicos deben ser realistas, medibles y adecuados a la escala municipal, evitando depender de sistemas avanzados de sensorización o modelos complejos difíciles de mantener con recursos locales. En estos contextos, la evaluación debe centrarse en los aspectos esenciales: seguridad vial, accesibilidad, continuidad de la movilidad activa y funcionalidad básica del transporte público.

*MobiliseYourCity* refuerza esta idea al señalar que los criterios técnicos deben vincularse a indicadores que el propio ayuntamiento pueda medir de forma estable, mediante métodos sencillos como aforos manuales o inventarios básicos. Esto evita que el PMUS dependa de herramientas externas o demasiado sofisticadas para la capacidad real del municipio.

A partir de estas orientaciones internacionales; y, de los problemas detectados en el diagnóstico previo, este trabajo define un conjunto de criterios técnicos adaptados a las ciudades pequeñas y plenamente compatibles con la metodología multicriterio del Capítulo 4. Estos criterios permiten una evaluación operativa, coherente y ajustada a las limitaciones reales de este tipo de municipios.

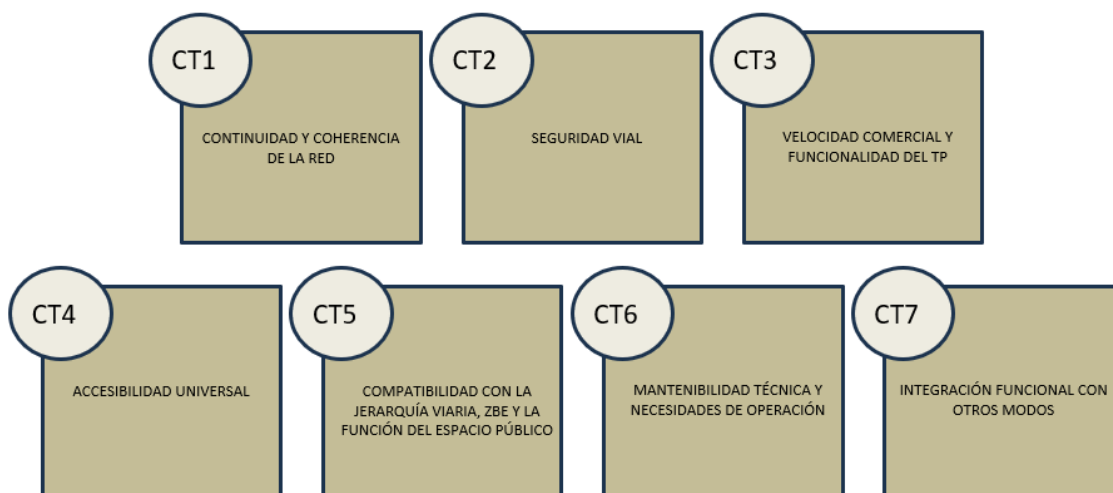


Figura 2 Criterios Técnicos (CT). Fuente: Fuente: Adaptado de *European Commission* (2019) y *Rupprecht Consult* (2021). Elaboración propia.”

### **CT1: Continuidad y coherencia de la red activa**

Este criterio analiza en qué medida una actuación mejora la continuidad de los itinerarios peatonales y ciclistas, reduciendo interrupciones, estrechamientos, barreras físicas o puntos de cruce inseguros. Las SUMP Guidelines destacan que la creación de redes activas coherentes, seguras y directas debe constituir una prioridad incluso en ciudades pequeñas, donde las distancias cortas incrementan el potencial de transferencia modal hacia los desplazamientos a pie y en bicicleta (European Commission, 2020).

La medición puede basarse en:

- Eliminación de discontinuidades de red (m)
- Reducción de puntos de conflicto
- Continuidad de itinerarios escolares
- Relación entre red potencial y red ejecutada

### **CT2. Seguridad vial (lesiones y puntos de riesgos)**

La seguridad vial constituye uno de los elementos más determinantes en la configuración de una movilidad verdaderamente sostenible. El *Topic Guide for Smaller Cities* señala que la reducción de la siniestralidad es uno de los ámbitos en los que los municipios pequeños pueden lograr más rápidamente y visiblemente, gracias a la escala manejable de su red viaria y a la proximidad con los problemas detectados (Rupprecht Consult, 2021).

Este criterio permite valorar el impacto potencial de cada actuación en la disminución de accidentes con víctimas, apoyándose en el análisis de puntos conflictivos, la observación de comportamientos in situ y la revisión de los registros históricos disponibles a nivel local.

### **CT3. Velocidad comercial y funcionalidad del transporte público (cuando lo requiera)**

Aunque muchos municipios pequeños disponen de sistemas de transporte público de escala reducida, su rendimiento operativo sigue siendo determinante para garantizar la accesibilidad de la población más vulnerable. Las directrices del *Urban Mobility Observatory* señalan que, incluso en contextos con una demanda limitada, aspectos como la regularidad del servicio, la distancia a las paradas o la velocidad comercial deben formar parte del análisis técnico (Urban Mobility Observatory, 2023).

Esta medición puede incluir:

- Tiempo de recorrido antes/después.
- Regularidad y frecuencia
- Tiempo de acceso peatonal a paradas
- Mejoras en prioridad semafórica (si aplica)

### **CT4. Accesibilidad universal**

La accesibilidad universal constituye un principio transversal en todos los documentos vinculados a los SUMP. Las *SUMP Guidelines* subrayan que la movilidad debe ser “utilizable por todas las personas”, incluyendo a quienes presentan movilidad reducida, personas mayores, niños y usuarios con distintos tipos de discapacidad (European Commission, 2020).

Este criterio mide la mejora real en:

- Pasos de peatones
- Rebajes.
- Pendientes
- Paradas accesibles
- Diseño inclusivo del espacio público

### **CT5. Compatibilidad con la jerarquía viaria, ZBE y la función del espacio público**

Este criterio examina si la actuación propuesta se ajusta a la función asignada a cada vía dentro de la red urbana, siguiendo las recomendaciones de las guías europeas: vías de tráfico principal, calles de velocidad calmada (30 km/h), áreas de prioridad peatonal, corredores ciclistas, entre otro ejemplo. También considera la compatibilidad con futuras Zonas de Bajas Emisiones o con los planes climáticos del municipio.

Las orientaciones recogidas en la SUMP Guidance subrayan que los criterios técnicos deben valorar la integración estructural de las medidas respecto a la red existente, así como su coherencia con los objetivos energéticos y ambientales establecido a nivel local (SUMP Central, 2019).

### **CT6. Mantenibilidad técnica y necesidades de operación (OPEX técnico)**

La mantenibilidad es uno de los criterios más relevantes en municipios con recursos limitados. Según SUMP-Us-Up, muchas medidas fracasan no por su diseño, sino por la falta de capacidad para mantenerlas a lo largo del tiempo (Rupprecht Consult, 2021).

Este criterio evalúa:

- Necesidad anual de conservación.
- Complejidad técnica de la infraestructura.
- Coste operativo (relación directa con OPEX).
- Disponibilidad de equipos municipales para su mantenimiento.

### **CT7. Integración funcional con otros modos**

Las directrices del Urban Mobility Observatory recomiendan que cada medida sea evaluada atendiendo a su aportación a un sistema de movilidad verdaderamente multimodal, en el que caminar, desplazarse en bicicleta, utilizar transporte público y gestionar la distribución urbana de mercancías convivan de manera equilibrada y complementaria (Urban Mobility Observatory, 2023).

Esta valuación implica:

- Conexiones entre modos. Reducción de conflictos modales
- Facilidad de transbordo
- Integración con itinerarios escolares o equipamientos clave

Los criterios técnicos seleccionados (continuidad de la red activa, seguridad vial, funcionamiento del transporte público, accesibilidad universal, coherencia con la jerarquía viaria, mantenibilidad técnica e integración modal) recogen las prioridades fundamentales que las guías europeas consideran imprescindibles para la elaboración de un PMUS. Además, han sido adaptadas a las capacidades y limitaciones operativas propias de los municipios de menor escala.

Estos criterios serán sometidos a un proceso de ponderación mediante el método AHP, lo que permitirá asignarles un peso relativo acorde con la estrategia municipal y con la lógica de decisión definida. De este modo, su influencia en la priorización final se mantendrá alineada con la visión del plan y con la realidad técnica del ayuntamiento

### **3.16.3 Criterios Económicos (CE)**

La dimensión económica es determinante para asegurar la viabilidad y la durabilidad de las actuaciones de un PMUS, especialmente en ciudades pequeñas con recursos financieros y capacidad de mantenimiento limitados. Las SUMP Guidelines (2nd edition) señalan que los criterios económicos deben equilibrar tanto los costes iniciales como los gastos operativos a lo largo del tiempo, ya que ambos condicionan la sostenibilidad real de las medidas.

Desde esta perspectiva, la evaluación económica no puede centrarse únicamente en la inversión inicial, sino que debe incorporar de forma explícita los costes de operación y mantenimiento, un aspecto crítico en municipios con presupuestos ajustados. El SUMP Toolkit de MobiliseYourCity destaca que numerosos PMUS fracasan no por fallos técnicos, sino por estimaciones

insuficientes del OPEX, lo que evidencia la necesidad de criterios económicos simples, comparables y ligados al impacto operativo real de cada medida.

Las dificultades recurrentes de muchas ciudades pequeñas para sostener actuaciones de movilidad activa, accesibilidad o señalización subrayan la importancia de integrar criterios económicos adaptados a su capacidad. Por ello, este TFM define un conjunto de criterios económicos clave (CE) para evaluar medidas en PMUS de pequeña escala, garantizando que las decisiones respondan a una valoración realista de los recursos disponibles y de la sostenibilidad de cada actuación en el tiempo.

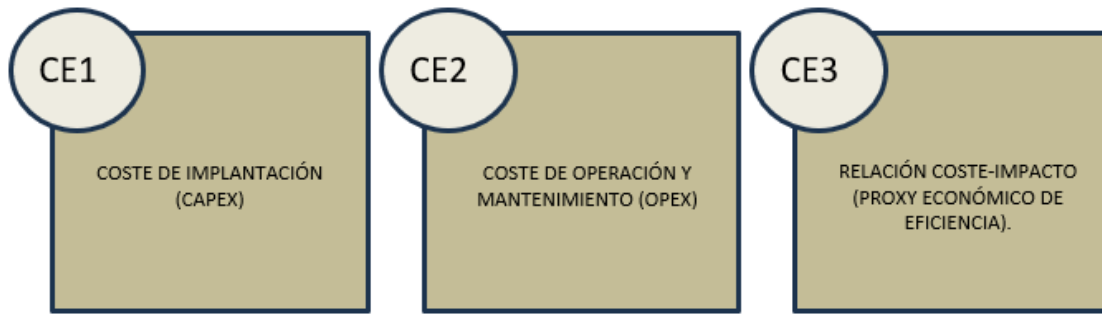


Figura 3 Propuesta Criterios Económicos (CE). Fuente: Adaptado de *European Commission* (2019) y *Rupprecht Consult* (2021). Elaboración propia

### CE1. Coste de implantación (CAPEX)

Este criterio recoge el coste inicial asociado a la ejecución de cada medida, incluyendo obra civil, materiales, señalización, equipamientos y cualquier actuación complementaria. Las SUMP Guidelines destacan que el CAPEX debe analizarse desde una perspectiva proporcional al tamaño del municipio y en comparación con alternativas similares (European Commission, 2020).

Mediciones que se pueden incluir:

- Coste total estimado (€)
- Coste unitario por metro lineal o por elemento instalado
- Estimación por rangos cuando no se disponga de proyecto básico completo

## CE2. Coste de operación y mantenimiento (OPEX)

En ciudades pequeñas, este es probablemente el criterio económico más determinante, dado que condiciona la sostenibilidad real de la medida a medio y largo plazo. El *Topic Guide for Smaller Cities* identifica explícitamente el mantenimiento como uno de los principales “cuellos de botella” en la implementación de los PMUS, advirtiendo que muchas actuaciones se deterioran o pierden funcionalidad por no existir una previsión operativa adecuada (Rupprescht Consult, 2021).

Criterios:

- Coste anual de mantenimiento
- Necesidades de limpieza o reposición.
- Consumo energético (si se aplica).
- Dedicación de personal municipal.

La evaluación puede realizarse mediante escalas estimadas (bajo/medio/alto) cuando los datos exactos no estén disponibles, siempre siguiendo metodologías ligeras recomendadas por *MobiliseYpurCity* (2021).

## CE3. Relación coste-impacto (proxy económico de eficiencia).

Dado que los PMUS de ciudades pequeñas no suelen disponer de herramientas avanzadas de análisis coste-beneficio, las guías europeas recomiendan emplear indicadores proxy que permitan comparar de una manera simple la relación entre la inversión requerida y el beneficio esperado (Urban Mobility Observatory, 2023).

Ejemplo de métricas proxy:

- Coste por kilómetro de red activa mejorada
- Coste por punto de siniestralidad tratado
- Coste por minuto reducido en tiempo de viaje del TP
- Coste por usuario potencial beneficio (en equipamientos clave)

Estos enfoques permiten establecer comparaciones equilibradas sin necesidad de modelización avanzada, alineándose con el enfoque “ligero y trazable” recomendado para municipios pequeños.

Los tres criterios establecidos (CAPEZ, OPEX y la relación coste/impacto) conforman un conjunto reducido, pero altamente significativo de indicadores económicos, alineado con las recomendaciones de las guías europeas y ajustados a la capacidad analítica de los municipios de menor escala. Su diseño responde al principio de “pocos criterios, pero bien definidos y medibles”, una orientación común tanto en las directrices del programa SUMP-UP como en las recomendaciones de *MobiliseYOurCity* para asegurar que los PMUS puedan mantenerse en contextos con recursos técnico-limitados.

Estos criterios se someterán al proceso de ponderación mediante AHP y posteriormente se integrarán en el análisis a través del método WSM, lo que permitirá evaluar de forma consistente la viabilidad financiera y la sostenibilidad económica de las diferentes alternativas contempladas en los PMUS.

### 3.16.4 Criterios Ambientales (CA)

El componente ambiental de un PMUS no puede quedar limitado a formulaciones generales: es necesario traducirlo en criterios medibles, apoyados en procedimientos de evaluación sencillos y repetibles en el tiempo. Las *SUMP Guidelines* (2ª. Edición) insisten en que la dimensión ambiental debe incorporarse desde el diseño de las medidas hasta su seguimiento utilizando indicadores compatibles con la escala local y comparables entre las distintas alternativas (European Commission, 2020). Por su parte, el *Urban Mobility Observatory* destaca que la reducción de emisiones, el control del ruido y la protección del espacio verde forman parte del núcleo de la movilidad sostenible, y que estos ámbitos deben reflejarse en criterios de decisión claros, transparente y fácilmente trazables (Urban Mobility Observatory, 2030).

Para los municipios de pequeña escala, el *Topic Guide de SUMP-Us-Up* recomienda centrarse en un conjunto reducido de criterios ambientales esenciales y aplicar métodos de estimación acordes con la capacidad técnica disponible, evitando recurrir a modelos complejos cuando no se cuenta con datos suficientes fiables (Rupprecht Consult, 2021). Por su parte, la iniciativa *MobiliseYourCity* propone utilizar indicadores proxy, como aforos y factores de emisión o ruido estandarizados, y complementar estos datos con inventarios “mínimos” que permitan registrar la superficie verde y la conectividad ecológica del municipio (MobiliseYourCity, 2021).

Con este planteamiento, el TFM adopta tres criterios ambientales (CA1-CA3) que permiten captar los efectos ambientales más relevantes de cada medida dentro de un PMUS de pequeña escala. Estos criterios resultan adecuados para integrarse en el proceso multicriterio, ya que pueden ponderarse mediante AHP (tal como se desarrolla en el Capítulo 4) y utilizarse posteriormente en modelo WSM para comparación y ordenación final de alternativas.



Figura 4 Propuesta Criterios Ambientales (CA). Fuente: Adaptado de *European Commission* (2019) y *Rupprecht Consult* (2021). Elaboración propia.

#### CA1. Reducción de emisiones contaminantes (GEI y Contaminantes locales)

Este criterio valora el cambio previsto en las emisiones asociadas a la actuación, ya sea por un desplazamiento modal del vehículo privado hacia modos activos o hacia el transporte público, por la reducción de kilómetros recorridos en coche o por mejoras en la fluidez derivadas del calmado del tráfico. Tanto la versión 2.0 de las *SUMP Guidelines* como el *Urban Mobility Observatory* insisten en que la mitigación climática y la mejora de la calidad del aire deben quedar traducidas en métricas claras y comparables dentro del PMUS.

Las emisiones (tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes locales) están estrechamente ligadas a la salud pública y a los compromisos climáticos municipales, y además generan co-beneficios evidentes como otras prioridades del plan, como la reducción de la siniestralidad o del ruido. Por ello, las guías europeas señalan que los criterios ambientales deben vincularse directamente con los objetivos explícitos del PMUS y con su sistema de seguimiento anual (European Commission, 2020).

### **CA2. Gestión del ruido (exposición en entornos sensibles)**

Este criterio mide la capacidad de una actuación para disminuir la exposición de la población al ruido generado por el tráfico, especialmente en zonas sensibles como centros educativos, áreas sanitarias o barrios residenciales con alta densidad. La mejora puede lograrse mediante diversas intervenciones, como el calmado de tráfico, la redistribución de los flujos de paso, la priorización del transporte público o la extensión de las redes de movilidad activa. Las SUMP Guidelines reconocen el ruido como una de las externalidades ambientales prioritarias que deben integrarse en los objetivos y criterios del PMUS, dado su impacto directo sobre la calidad de vida urbana (European Commission, 2020; Urban Mobility Observatory, 2023).

La exposición continuada al ruido urbano no es únicamente una molestia: está asociada a alteraciones del descanso, dificultades de concentración en el entorno escolar y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En pequeñas ciudades, donde la estructura urbana suele concentrar los itinerarios principales en pocas vías, la reducción del ruido puede generar beneficios muy visibles y percibidos por la ciudadanía. Incorporar este criterio permite identificar aquellas medidas que, además de mejorar la seguridad o fomentar modos activos, aportan un retorno social elevado en barrios vulnerables o entornos sensibles, alineándose con la lógica de “beneficios múltiples” promovida por las guías SUMP (European Commission, 2020). Asimismo, considerar el ruido como criterio operativo facilita el seguimiento periódico del plan y ayuda a sostener la coherencia entre los objetivos ambientales y la implementación real de las actuaciones.

### **CA3. Protección de áreas verdes y biodiversidad (superficie y conectividad)**

Este criterio evalúa en qué medida una actuación minimiza su impacto sobre las zonas verdes existentes (parque, arbolado urbano, corredores ecológico o áreas de valor natural) y si, además, contribuyen a reforzar la conectividad ecológica mediante actuaciones de renaturalización, incremento de sombra, mejora del arbolado o creación de enlaces continuos entre espacios verdes y ejes de movilidad activa. Las SUMP Guidelines 2.0 vinculan de forma explícita la movilidad sostenible con la calidad del espacio urbano y con la adopción de soluciones basadas en la naturaleza, considerando la infraestructura verde como un elemento inseparable del sistema de movilidad (European Commission, 2020; Urban Mobility Observatory, 2023).

En el contexto de ciudades pequeñas, esta dimensión adquiere todavía más relevancia. La proximidad física entre zonas verdes, calles y equipamientos hace que incluso pequeñas pérdidas o ganancias de vegetación tengan efectos perceptibles en variables como el confort térmico, la caminabilidad, la habitabilidad urbana o la calidad de vida cotidiana. La presencia de arbolado y sombra, por ejemplo, puede determinar si un itinerario peatonal es utilizado o evitado durante los meses cálidos, mientras que la continuidad ecológica contribuye a reducir la fragmentación de hábitats y promover un ambiente urbano más saludable.

Asimismo, incorporar este criterio favorece la selección de medidas que recuperan espacio para los modos activos, reducen superficie destinada al tráfico motorizado y refuerzan la función ecológica del espacio público. Esta línea de actuación encaja con el enfoque europeo de “soluciones multifuncionales”, que buscan generar beneficios simultáneos en movilidad, clima, salud y biodiversidad. Además, la integración de criterios ambientales operativos facilita el seguimiento del PMUS y contribuyen a garantizar que las decisiones adoptadas respetan tanto los objetivos climáticos como las orientaciones sobre la infraestructura verde del planeamiento local.

### 3.16.5 Criterios Sociales (CS)

La dimensión social es uno de los pilares centrales de la movilidad sostenible. Las Guidelines (2nd edition) destacan que la planificación debe “poner a las personas en el centro”, asegurando que las actuaciones contribuyan a mejorar la calidad de vida, la equidad territorial y la accesibilidad universal del sistema (European Commission, 2020). Desde esta perspectiva, los criterios sociales permiten valorar no solo la eficacia técnica o ambiental de una medida, sino también su capacidad para generar beneficios directos para la población, en especial para los colectivos más vulnerables (niños, personas mayores o personas con movilidad reducida).

El Topic Guide: Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns (Rupprecht Consult) señala que en municipios de pequeña escala estos criterios adquieren un peso aún mayor. La proximidad entre ciudadanía y administración, la identidad comunitaria y la visibilidad de las desigualdades territoriales hacen que las medidas que no cuentan con aceptación social o que se perciben como injustas puedan comprometerse seriamente la ejecución del PMUS (Rupprecht Consult, 2021).

A su vez, la iniciativa de MobiliseYourCity, en su SUMP Toolkit, propone que los criterios sociales reflejen la capacidad del plan para mejorar el acceso a oportunidades, corregir desigualdades entre modos, reforzar la seguridad vial y promover un sistema de movilidad más inclusivo y estable en el tiempo (MobiliseYourCity, 2021). Esta orientación coincide con el enfoque del espacio público, la proximidad a servicios básicos, la percepción de seguridad y la reducción de brechas en los desplazamientos diarios.

Sobre este fundamento, y en coherencia con la metodología multicriterio, se adoptan tres criterios sociales clave: **CS1 impacto en la población, CS2 accesibilidad, y CS3 cohesión urbana**. Cada criterio refleja una dimensión esencial para comprender cómo las medidas propuestas influyen en la vida cotidiana de la ciudadanía y en la estructura social de las ciudades pequeñas.

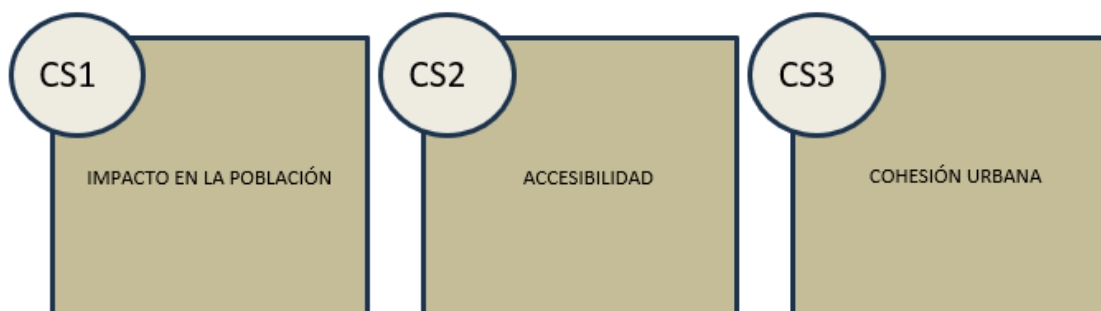


Figura 5 Propuesta Criterios Sociales (CS). Fuente: Elaboración propia

### **CS1. Impacto en la población**

Este criterio valora en qué medida una actuación mejora la vida cotidiana de la población, considerando efectos directos como el incremento de la seguridad, la reducción de molestias, la mejora de la movilidad diaria o la recuperación de espacios públicos para el uso vecinal. También incorpora la aceptación social y la percepción ciudadana, elementos que las *SUMP Guidelines* señalan como esenciales para asegurar que cualquier intervención pueda implementarse y mantenerse en el tiempo (European Commission, 2020).

En ciudades pequeñas, la cercanía entre la ciudadanía y la administración hace que cualquier cambio en el espacio urbano sea percibido de forma inmediata, por lo que la sensibilidad pública suele ser mayor. El *Topic Guide for Smaller Cities* Destaca que factores como la percepción vecinal, la facilidad de uso y la mejora visible del día a día son determinante para la continuidad de las medidas (Rupprecht Consult, 2021). Evaluar el “impacto cotidiano” permite, por tanto, identificar actuaciones con beneficios rápidos y reconocibles, fundamentales para generar confianza pública y sostener el PMUS en entornos de pequeña escala.

### **C2. Accesibilidad**

La accesibilidad analiza hasta qué punto una actuación mejora universalmente, entendida como la facilidad con la que todas las personas pueden llegar a servicios, equipamientos y puntos de actividad mediante modos de transporte sostenibles. Las *SUMP Guidelines* consideran la accesibilidad como uno de los “criterios troncales” en la evaluación de la movilidad sostenible, señalando que debe incorporarse tanto al diagnóstico como a la priorización de medidas.

Esta accesibilidad, está estrechamente vinculada a la proximidad urbana, la caminabilidad y la continuidad de los itinerarios cotidianos, especialmente los escolares o los vinculados a equipamientos básicos. El programa *SUMPs-Up* recuerda que avanzar en accesibilidad no depende únicamente de grandes proyectos de infraestructura, sino de corregir numerosas micropatologías urbanas: pasos elevados mal resueltos, pendientes elevadas, estrechamientos, aceras deterioradas, iluminación insuficiente o interrupciones en los recorridos (Rupprecht Consult, 2021). Abordar estos elementos es clave para garantizar que la movilidad sea realmente inclusiva y utilizable por toda la ciudadanía.

### **C3. Cohesión urbana**

Este criterio analiza hasta qué punto una actuación contribuyen a mejorar la cohesión social y espacial dentro del municipio, reforzando la conectividad entre barrios y reduciendo las barreras físicas que dificultan los desplazamientos cotidianos. Incluyendo aspectos como la mejora de la permeabilidad peatonal y ciclista, la continuidad del espacio público y la integración funcional del tejido urbano a través de corredores más accesibles y legibles. Las *SUMP Guidelines* destacan que un PMUS debe orientarse a “reducir la fragmentación urbana” y a facilitar la accesibilidad interbarrial, especialmente en municipios donde la estructura urbana condiciona fuertemente la movilidad diaria (European Commission, 2020).

La cohesión urbana depende en gran parte de la calidad del espacio público y de la movilidad activa, que suelen ser los modos más utilizados para conectar equipamiento, plazas, colegios o estaciones. Las actuaciones que refuerzan estas conexiones generan un aumento notable del uso del espacio urbano, disminuyen la dependencia del vehículo privado y favorecen la convivencia vecinal (Rupprecht Consult, 2021). Mejorar la cohesión urbana a través de la movilidad implica, por tanto, seleccionar medidas que no solo resuelven problemas de circulación, sino que contribuyan a fortalecer la vida comunitaria y la integración territorial del municipio.

### 3.16.6 Nuevos Criterios propuestos (NC)

La evidencia reciente en planificación de la movilidad sostenible muestra que, en ciudades pequeñas, el éxito de un PMUS depende tanto del diseño técnico de las medidas como de la capacidad institucional para ponerlas en marcha, mantenerlas y evaluar sus resultados. Las SUMP Guidelines (2nd edition) recomiendan asegurar estructuras estables de implementación y asegurar estructuras estables de implementación y seguimiento, ya que sin ellas la coherencia del plan se deteriora con el paso del tiempo (European Commission, 2020). Del mismo modo, se advierte que el principal cuello de botella no suele ser técnico, sino organizado: disponibilidad de recursos internos, claridad en los procesos y continuidad política. Por ello, insiste en la necesidad de incluir criterios específicos que permitan evaluar esta viabilidad institucional (Rupprecht Consult, 2021).

En la misma línea, la iniciativa MobiliseYourCity señala que los PMUS solo pueden mantenerse en el tiempo si se apoyan en rutinas de recogida de datos sencillas, constantes y accesibles al público, especialmente en municipios con equipos reducidos (MobiliseYourCity, 2021). Estas prácticas permiten asegurar que el seguimiento del plan no dependa de consultoras externas ni de sistemas complejos que exceden la capacidad local.

Con este enfoque, el TFM incorpora cuatro criterios que habitualmente no forman parte de los sistemas de priorización municipales, pero que determinan en gran medida la probabilidad real de éxito de las actuaciones.

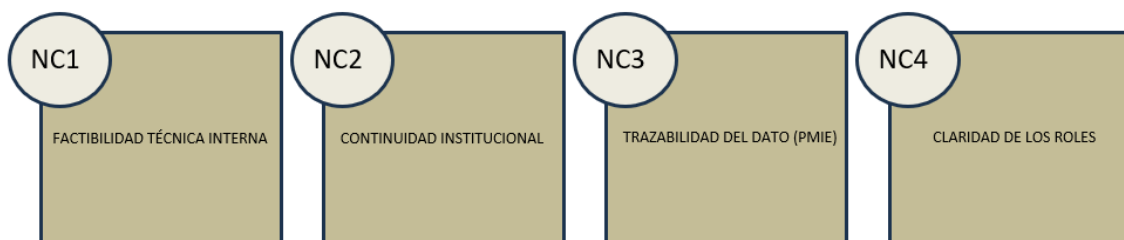


Figura 6 Propuesta Nuevos Criterios a considerar. Fuente: Elaboración propia

## **NC1. Factibilidad técnica interna**

La factibilidad técnica interna se fundamenta en valorar si el Ayuntamiento dispone de la capacidad real para implantar, operar y mantener una medida con sus propios recursos. Esta capacidad incluye tanto el personal técnico como los medios disponibles, los procedimientos internos y la organización general del municipio. Las recomendaciones de SUMP-Us insisten en que las actuaciones deben adaptarse a la capacidad institucional existente para evitar que el plan incorpore medidas que, aunque técnicamente adecuadas, no puedan sostenerse en la práctica por falta de dedicación interna o por requerir esfuerzos continuos que exceden las posibilidades locales (Rupprecht Consult, 2021). Evaluar esta factibilidad interna permite anticipar la viabilidad operativa de cada medida y, con ello, reducir el riesgo de que el PMUS incluya intervenciones que terminen abandonándose o quedando a medio implementar.

Desde una perspectiva de resultados, una medida que presenta una buena factibilidad interna tiende a mostrar un menor riesgo de abandono y obsolescencia, puesto que puede ser gestionada y mantenida con los recursos habituales del municipio. Además, su implementación suele ser más ágil, ya que depende en menor medida de consultorías externas o de servicios especializados que no siempre están disponibles. Una buena adecuación institucional también permite detectar y corregir desviaciones con mayor rapidez, optimizando el uso de recursos y mejorando el rendimiento técnico a lo largo del ciclo de vida de la actuación, en línea con lo señalado por la Comisión Europea respecto al seguimiento continuo del PMUS (European Commission, 2020).

Para la evaluación práctica del criterio se utiliza indicadores operativos basados en un método “ligero”, pensando para el trabajo cotidiano de ciudades pequeñas. Entre estos indicadores se incluye la estimación de la dedicación técnica necesaria (clasificada habitualmente como baja, media o alta), la identificación del grado de apoyo externo que requerirá la actuación (si es necesario, si no lo es, o si se trata de un apoyo puntual o continuo) y la verificación de su compatibilidad con el equipamiento municipal existente o con contratos ya operativos. Estas pautas coinciden con las recomendaciones de MobiliseYourCity y SUMP-Us, que subrayan la importancia de valorar la capacidad institucional a través de métricas simples, replicables y directamente asociadas a la operatividad del municipio (MobiliseYourCity, 2021; Rupprecht Consult, 2021). Este enfoque permite garantizar que el PMUS avance sobre una base realista y que sus propuestas puedan mantenerse en el tiempo sin comprometer la estabilidad organizada.

## **NC2. Continuidad institucional**

este criterio estima la estabilidad de una actuación frente a cambios de gobierno, reorganizaciones internas o rotación de personal técnico. Las SUMP Guidelines 2.0 subrayan la necesidad de planes estables con un avisa que trascienda el ciclo político para asegurar la coherencia del PMUS a medio y largo plazo (European Commission, 2020). Evaluar la continuidad institucional permite anticipar hasta qué punto una medida puede sostenerse cuando varían las prioridades, manteniendo su implantación y su seguimiento sin interrupciones relevantes.

Desde el punto de vista operativo, una mediad con buena continuidad institucional tiende a resistir mejor los cambios, refuerza la credibilidad pública y la confianza vecinal, y facilita la acumulación de beneficios en el tiempo, tal y como recuerda el *Urban Mobility Observatory*. Para su valoración se consideran, con metodología “Ligera”, el grado de consenso técnico-político alcanzado, la alineación con planes ya vigentes (clima, salud o espacio público) y el riesgo documentado de recisión. Estas pautas coinciden con las recomendaciones de *SUMPs-Up* y *MobiliseYourCity*, que proponen indicadores simples y realistas para anticipar la permanencia de las actuaciones en contextos de capacidad limitada.

### **NC3. Trazabilidad del dato (PMEI)**

La trazabilidad del dato valora si el municipio dispone de la capacidad necesaria para medir y actualizar los indicadores esenciales asociados a cada medida, utilizando procedimientos sencillos y ficheros normalizados. La idea central es comprobar si el ayuntamiento puede mantener rutinas estables de recogida de datos como aforos, indicadores de seguridad vial, extensión y uso de la red activa, o estimaciones proxy de emisiones y ruido; sin depender de sistemas complejos o consultas externas. Tanto ELTIS como *MobiliseYourCity* subrayan la necesidad de trabajar con “pocos datos, bien recogidos y repetibles”, especialmente en ciudades pequeñas donde la capacidad técnica es limitada y la continuidad del PMUS depende de metodologías ligeras que puedan mantenerse en el tiempo (Urban Mobility Observatory, 2023; MobiliseYourCity, 2021). Este criterio, por tanto, no se limita a recoger información, sino a garantizar que el propio diseño de la medida facilita un seguimiento regular, trazable y accesible.

La incorporación de este criterio permite anticipar mejoras significativas en el seguimiento del impacto tal de las actuaciones, favoreciendo una toma de decisiones basadas en evidencia y fortaleciendo la transparencia y la rendición de cuentas. Además, contribuye al aprendizaje institucional, ya que la repetición de estas rutinas de recogida de información permite que los equipos municipales consoliden herramientas y procedimientos propios, tal y como señala la Comisión Europea en sus SUMP Guidelines. Para su evaluación se considerará si existen fichas PMEI definidas con roles claros (quién mide, cómo y cuándo), la frecuencia mínima garantizada de medición y la disponibilidad de un repositorio municipal accesible donde almacenar los datos. Estas recomendaciones, compartidas por MobiliseYourCity y Rupprecht Consult, refuerzan la idea de que la trazabilidad del dato es un componente esencial para sostener el plan en el tiempo y asegurar que los resultados puedan verificarse de manera objetiva (Rupprecht Consult, 2021; MobiliseYourCity, 2021).

### **NC4. Claridad de los roles**

Por último, la claridad de los roles mide el nivel de definición operativa de cada actuación, es decir, hasta qué punto están claramente establecidos los responsables, las tareas, el calendario de hitos y los mecanismos de coordinación interdepartamental necesarios para llevarla a cabo. Las SUMP Guidelines 2.0 recomiendan explicar “quién hace qué, cómo y cuándo” para cada medida, de modo que el paso del diseño de ejecución no dependa de interpretaciones posteriores ni de acuerdos informales que puedan diluirse con el tiempo (European Commission, 2020). En municipios de pequeña escala, esta claridad procedimental es decisiva para evitar inercias, asegura continuidad y reducir la dependencia de personas concretas.

Cuando los roles y procesos están bien definidos, la implantación tiende a ser más rápida y con menos fricción interna. La anticipación de tareas y la secuenciación de hitos favorecen la coordinación entre áreas (urbanismo, movilidad, mantenimiento, policía local o contratación) y minimizar cuellos de botella. Además, una hoja de ruta clara reduce los errores y la duplicidad de esfuerzos, alinea expectativas entre servicios y facilita que el mantenimiento quede garantizado desde el inicio, y no como una reflexión ex post. Esta previsión operativa también fortalece la rendición de cuentas, ya que permite verificar con mayor precisión si lo planificado se está cumpliendo en plazo y con la calidad prevista.

La evaluación práctica del criterio se apoya en tres comprobaciones básicas y ligeras. En primer lugar, se verifica si existe una asignación explícita de la persona responsable a nivel técnico, con mandato y capacidad para coordinar la medida y desbloquear incidencias. En segundo lugar, se examina la existencia de una hoja de ruta con hitos definidos y una secuencia de actividades coherente, capaz de ordenar trámites, obras, compras y comunicación pública sin coordinación necesarios que permitan alinear a las unidades implicadas y sostener la ejecución en el tiempo.

En conjunto, la claridad de roles y procesos traduce el plan en práctica administrativa concreta y verificable. Su presencia reduce incertidumbres, acorta plazos, disminuye el riesgo de reversión y crea condiciones para un mantenimiento estable una vez puesta en marcha la actuación. Por ello, este criterio resulta especialmente pertinente en PMUS de ciudades pequeñas, donde la capacidad organizativa es limitada y donde la definición temprana de “quién-cómo-cuándo” marca la diferencia entre medidas que avanzan y medidas que se estancan.

### **3.16.7 Conclusión**

El análisis del capítulo muestra cómo las principales directrices europeas y la literatura reciente han permitido construir un marco sólido de criterios para evaluar y priorizar medidas en PMUS de ciudades pequeñas. Este marco, basado en las recomendaciones de SUMP, SUMPs-Up y MobiliseYourCity, transforma orientaciones dispersas en un sistema claro, medible y adecuado para municipios con baja capacidad técnica.

El resultado es una taxonomía que agrupa criterios técnicos, económicos, ambientales, sociales, logísticos y de gobernanza. Este conjunto permite capturar la complejidad de la movilidad urbana en ciudades pequeñas y asegura procesos de priorización transparentes, comparables y trazables, incluso ante cambios administrativos.

Los criterios técnicos permiten valorar la viabilidad física y el funcionamiento de cada medida, poniendo el foco en seguridad vial, movilidad activa, accesibilidad universal y coherencia de red. Los criterios económicos consideran no solo la inversión inicial, sino también los costes operativos y de mantenimiento, cruciales para la sostenibilidad real en ciudades con recursos limitados.

En cuanto a la dimensión ambiental, los criterios se articulan en torno a la reducción de emisiones, el control del ruido y la protección del espacio verde, integrando plenamente la perspectiva climática en el proceso de decisión. Los criterios sociales, por su parte, evalúan impactos sobre accesibilidad, bienestar cotidiano y cohesión urbana.

A estos bloques se suman dos aportaciones clave del TFM: los criterios de gobernanza y proceso, que permiten evaluar factibilidad institucional, continuidad, trazabilidad y claridad organizativa, y los criterios DUM, esenciales en cascos históricos y ejes comerciales donde la distribución urbana condiciona el equilibrio modal.

En conjunto, esta estructura de criterios constituye la base metodológica que alimenta el AHP y el WSM, garantizando una priorización robusta, coherente con las capacidades locales y aplicable en futuros PMUS de ciudades pequeñas.

Criterios Técnicos	CT1	Continuidad y coherencia de la red activa	Evalúa el grado de mejora en la continuidad y coherencia de itinerarios peatonales y ciclistas, reduciendo brechas, puntos de conflicto y discontinuidades.
	CT2	Seguridad vial	Mide el impacto esperado en la reducción de accidentes con heridos, especialmente en entornos sensibles o puntos de riesgo detectados.
	CT3	Velocidad comercial y funcionalidad del transporte público	Evalúa la mejora en velocidad comercial, regularidad y accesibilidad del transporte público existente.
	CT4	Accesibilidad universal	Analiza la mejora en condiciones de accesibilidad para todas las personas (rebajes, pasos, pendientes, paradas).
	CT5	Compatibilidad con la jerarquía viaria, ZBE y la función del espacio público	Valora la coherencia de la medida con la jerarquía de la red y sus funciones (calles 30, zonas peatonales, ZBE, etc.).
	CT6	Mantenibilidad técnica y necesidades de operación (OPEX técnico)	Mide la complejidad de conservar la actuación y su coste operativo asociado.
	CT7	Integración funcional con otros modos	Analiza la conexión de la medida con otros modos (caminabilidad, bici, TP, DUM).
Criterios Económicos	CE1	Coste de implantación (CAPEX)	Estima la inversión inicial necesaria para ejecutar la medida, incluyendo obra civil, señalización o equipamiento.
	CE2	Coste de operación y mantenimiento (OPEX)	Evalúa la carga económica anual asociada al mantenimiento de la medida
	CE3	Relación coste-impacto (proxy económico de eficiencia).	Analiza el equilibrio entre coste y beneficio esperado mediante indicadores proxy (€/km, €/punto tratado, etc.).
Criterios Ambientales	CA1	Reducción de emisiones contaminantes (GEI y Contaminantes locales)	Estima la reducción potencial de emisiones (GEI y contaminantes locales) asociada a la medida.
	CA2	Gestión del ruido (exposición en entornos sensibles)	Evalúa la disminución de exposición al ruido, especialmente en entornos sensibles (escuelas, residencias)
	CA3	Protección de áreas verdes y biodiversidad (superficie y conectividad)	Valora el impacto sobre zonas verdes, arbolado y conectividad ecológica urbana.
Criterios Sociales	CS1	Impacto en la población	Analiza los beneficios directos para la ciudadanía (comodidad, reducción de molestias, seguridad percibida).
	CS2	Accesibilidad	Evalúa la mejora del acceso a servicios, equipamientos y oportunidades mediante modos sostenibles.
	CS3	Cohesión urbana	Mide la contribución de la medida a conectar barrios, eliminar barreras y mejorar la integración urbana.
Nuevos Criterios Propuestos	NC1	Factibilidad técnica interna	Evalúa si el Ayuntamiento puede implantar y mantener la medida con sus recursos propios.
	NC2	Continuidad institucional	Estima la probabilidad de que la medida se mantenga estable ante cambios políticos o administrativos.
	NC3	Trazabilidad del dato (PMIE)	Mide la facilidad para actualizar los indicadores asociados a la medida mediante el PMIE.
	NC4	Claridad de los roles	Analiza si existen responsables, rutinas y coordinación interna definidos para la medida.

Tabla 1 Resumen de criterios utilizados en el análisis multicriterio. Fuente: Adaptado de *European Commission* (2019), *Rupprecht Consult* (2021) y *MobiliseYourCity* (2021). Elaboración propia.

En conjunto, el marco europeo ha marcado una dirección clara (planificación integrada, ciclos de evaluación continuos y prioridad para el transporte público, los desplazamientos a pie y en bicicleta), pero los problemas prácticos persisten, sobre todo en ciudades pequeñas, donde la comparabilidad entre planes, la priorización formal, la gobernanza y la disponibilidad de datos presentan debilidades mucho más visibles por la limitada capacidad técnica de los municipios. Este desajuste refuerza la necesidad de emplear enfoques proporcionados y trazables: un conjunto reducido de indicadores que pueda actualizarse cada año. Estructuras de gobernanza estables herramientas de priorización transparente. A partir de estas premisas, el capítulo que desarrolla la metodología ligera y replicable (basada en AHP-WSM, el PMIE y el Módulo de Contexto) coherente con los principios SUMP y con el Nuevo Marco Europeo de Movilidad Urbana, pensada para decidir con criterios objetivos qué actuaciones deben abordarse primero, por qué y cómo evaluarlas de forma sostenida en ciclos de cuatro a cinco años.

## 4 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS EN PMUS DE CIUDADES PEQUEÑAS

### 4.1 Introducción

La planificación de la movilidad urbana en ciudades pequeñas presenta particularidades que exigen métodos específicos: equipos técnicos reducidos, estructuras administrativas limitadas, ausencia de sistemas estandarizados de indicadores y una presión creciente por justificar de forma transparente las decisiones que afectan al espacio público. Las *European SUMP Guidelines* (2nd Edition) subrayan que los municipios de menor tamaño necesitan enfoques “proporcionados, adaptables y mantenibles”, capaces de orientar selección de medidas a partir de criterios claros y evaluables en el tiempo. No obstante, tal como se desprende del Estado del Arte presentado en capítulos anteriores y de diversos estudios europeos recientes ((Urban Mobility Observatory, 2023; Rupprecht Consult, 2021), muchos PMUS siguen mostrando carencias significativas en la homogeneización de indicadores, en la definición de sistemas de priorización operativa y en la continuidad institucional necesaria para sostener la implementación de las actuaciones.

En este contexto, el capítulo presenta una metodología aplicada, ligera y fácilmente replicable, concebida específicamente para los municipios de menor escala. Su fundamento es el análisis multicriterio, una herramienta recomendada de manera reiterada para apoyar decisiones en entornos donde intervienen múltiples factores y donde las alternativas deben compararse desde diversas perspectivas. Tal como señalan las Directrices Europeas, los métodos multicriterio (MCDA) permiten integrar en un único marco evaluativo dimensiones técnicas, económicas, Ambientales, sociales y organizativas, facilitando una comparación transparente y estructurada entre las distintas opciones disponibles y aportando una base sólida para justificar la selección final de actuaciones (European Commission, 2020).

El capítulo desarrolla paso a paso la metodología adoptada, fundamentada en dos componentes principales:

1. **AHP (Analytic Hierarchy Process)**, para derivar pesos coherentes entre criterios de decisión
2. **WSM (Weight Sum Model)**, para obtener un ranking final de medidas a partir de una matriz normalizada.

Este enfoque se complementa con dos piezas operativas indispensables para ciudades pequeñas:

- Un **Módulo de Contexto** que permite ajustar la metodología según la capacidad local.
- Un **Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE)** que garantiza la trazabilidad anual del PMUS.

En conjunto, todos estos elementos configuran un procedimiento plenamente aplicable, alineado con las recomendaciones europeas y capaz de adaptarse a contextos municipales muy diversos. La metodología propuesta, como se mostrará a continuación, no solo facilita una priorización objetiva y comparada de las medidas, sino que también responde de manera directa a las carencias observadas en los PMUS existentes, carencia que vuelven a identificarse en los casos de estudio de Capítulo 8 y que justifican la pertinencia y necesidad del enfoque metodológico desarrollado en este trabajo.

## 4.2 Justificación de la metodología

El diseño de la metodología expuesta en este capítulo responde a dos motivaciones fundamentales:

- a) Las carencias detectadas en la práctica habitual de los PMUS en ciudades pequeñas.
- b) Las recomendaciones claras que establecen los marcos europeos en materia de movilidad sostenible.

### 1) Respuesta a las carencias detectadas en PMUS reales

Los resultados obtenidos en el análisis de Estado del Arte realizado en el Capítulo 4 muestran que una parte importante de los PMUS desarrollados en ciudades pequeñas presentan una serie de deficiencias recurrentes que dificultan su aplicación y seguimiento.

- **Criterios poco consistentes o sin documentación**, lo que impide comprender la lógica que ha guiado la selección final de las medidas.
- **Falta de pesos explícitos** que indiquen la importancia relativa asignada a cada criterio en el proceso de decisión.
- **Sistemas de indicadores heterogéneos y difíciles de mantener**, que carecen de continuidad y trazabilidad a lo largo del ciclo del plan.
- **Limitaciones para evaluar el impacto real** de las actuaciones una vez implantadas
- **Poca integración de la logística urbana (DUM)**, a pesar de su relevancia en áreas comerciales y cascos históricos
- **Debilidad institucional**, visible en la rotación del personal, en la falta de roles claramente definidos y en la dificultad para mantener rutinas de seguimiento estables.

Estas carencias están ampliamente reconocidas en el *Topic Guide for Smaller Cities and Towns*, que señalan que los PMUS en municipios pequeños requieren “instrumentos sencillos, repetibles y ajustados a la capacidad municipal” para poder mantenerse en el tiempo ((Rupprecht Consult, 2021). En la misma línea, el *Urban Mobility Observatory* insiste en que falta de criterios claros, de procesos de priorización explícitos y de sistemas de evaluación sostenible genera planes poco transparentes y, en muchos casos, inviables en la práctica (Urban Mobility Observatory, 2023).

## 2) Coherencia con las directrices europeas

Los *SUMP Guidelines (2nd Edition)* insisten en que cualquier decisión en un PMUS debe apoyarse en una base metodológica clara, lo que implica trabajar con criterios transparentes, objetivos que puedan medirse, indicadores realistas, procesos de evaluación continuados y mecanismo de priorización fundamentados en evidencia.

- Criterios transparentes
- Objetivos medibles
- Indicadores realistas
- Procesos de evaluación continuos
- Priorización sustentada en datos verificables

Asimismo, estas directrices señalan que las ciudades pequeñas deben valerse de metodologías proporcionadas a sus capacidades, evitando recurrir a modelos excesivamente complejos que no puedan mantenerse en el tiempo con los recursos municipales disponibles ((European Commission, 2020).

En este sentido, el enfoque AHP-WSM responde plenamente a estas exigencias, ya que se trata de un procedimiento rigurosos, transparente, comprensible para equipos reducidos, exento de la necesidad de software avanzado o bases de datos complejas y capaz de actualizar sus resultados de forma sencilla a medida que se incorporan nuevos datos o evoluciona el plan.

## 3) Necesidades de una metodología replicable y trazable

Dadas las diferencias que existe en ter ciudades pequeñas (en términos de tamaño, capacidad técnica, intensidad del tráfico o disponibilidad de datos) la metodología debía cumplir una serie de condiciones básicas: ser ligera para no sobrecargar a los equipos municipales, replicable para que pueda aplicarse en cualquier municipio siguiendo la misma secuencia, trazable para que todas las decisiones queden debidamente documentadas, y transferible para permitir comparaciones entre ciudades distintas, como Vitoria y Koprivnica (caso de estudio)

### LIGERA

Evitando cargas de trabajo innecesarias

### REPLICABLE

De forma que pueda aplicarse con la misma lógica en cualquier municipio

### TRAZABLE

Con decisiones justificadas y documentación verificable

### TRANSFERIBLE

Permitiendo comparar resultados entre ciudades con características distintas

Para cumplir con estos requisitos se incorpora dos módulos que constituyen la estructura del método: el Módulo de Contexto, y el Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE), ambos reconocidos como buenas prácticas por SUMP-*Up*, MobiliseYourCity y ELTIS, y concebidos para facilitar que la metodología puede mantenerse en el tiempo incluso en municipios con capacidad limitada.

#### 4) Justificación para su uso

La metodología propuesta se justifica porque los casos de estudios incluidos en el Capítulo 8 muestran con claridad estas mismas carencias, que afectan de forma directa a la calidad y aplicabilidad de los PMUS actuales. Ente los problemas identificados destacan:

- **Sistemas de indicadores poco homogéneos**, que dificultan comparar resultados o mantener un seguimiento estable.
- **Dificultad para confrontar actuaciones de distinta naturaleza**, al no existir un marco común de evaluación
- **Limitaciones a la hora de medir el impacto real de las intervenciones ya ejecutadas.**
- **Escasa consideración de la logística urbana (DUM)** pese a su peso en áreas comerciales y tramas históricas
- **Ausencia de rutinas de gobernanza claras**, lo que reduce la trazabilidad y la estabilidad institucional del plan.

Por este motivo, la metodología desarrollada en este trabajo no pretende ser únicamente una propuesta teórica, sino una respuesta directa a las limitaciones observadas en PMUS reales. En el epígrafe 7.4.7, se mostrarán estas carencias de manera explícita, y se demostrará cómo la combinación del marco AHP-WSM, junto con el PMIE y el módulo de contexto, permite corregir o mitigar una parte sustancial de estas debilidades.

#### 4.3 Arquitectura general del método propuesto

La metodología desarrollada en este Trabajo Fin de Máster se concibe como un proceso integrado que responde de forma directa a las carencias detectadas tanto en el Estado del Arte como en los casos reales que se analizan posteriormente en el Capítulo 8. Lejos de limitarse a aplicar mecánicamente un enfoque multicriterio, la propuesta combina distintos elementos técnicos, institucionales y operativos dentro de un sistema coherente que permite priorizar medidas de movilidad sostenible en ciudades pequeñas de manera rigurosa, trazable y ajustada a sus capacidades reales.

La estructura metodológica se organiza en cuatro grandes bloques, reforzados por dos módulos de apoyo que aseguran su adaptación y su capacidad de evaluación continua. Este enfoque modular facilita su aplicación práctica en municipios con recursos técnicos limitados y, al mismo tiempo, permite replicar o transferir el método a otras ciudades con condiciones similares, tal como recomiendan las *SUMP Guidelines (2nd Edition)* y *el Topic Guide for Smaller Cities and Towns* (European Commission, 2020; Rupprecht Consult, 2021).

## **BLOQUE 1. SISTEMA ESTRUCTURADO DE CRITERIOS**

El primer elemento sobre el que se apoya la metodología es la taxonomía de criterios presentada en el Capítulo 6. Esta estructura organiza los criterios en seis grandes familias:

- I. CT (Criterios Técnicos)**
- II. CE (Criterios Económicos)**
- III. CA (Criterios Ambientales)**
- IV. CS (Criterios Sociales)**
- V. DUM (Logística urbana)**
- VI. NC (Nuevos criterios de gobernanza y proceso)**

Este conjunto constituye el núcleo evaluativo del método AHP-WS. Cada criterio ha sido formulado con propiedades claras de calidad medibilidad, independencia, relevancia, comparabilidad, sencillez y sensibilidad y con un enfoque orientado explícitamente a las condiciones de los municipios de pequeña escala. Todo ello se ajusta a las recomendaciones del Urban Mobility Observatory y de MobiliseYpurCit, que insisten en la necesidad de sistemas de evaluación manejables, transparente y compatibles con la capacidad institucional de estos entornos.

## **BLOQUE 2. MÓDULO DE CONTEXTO (C1-C2-C3)**

Dado que los municipios pequeños presentan niveles muy disintos de capacidad técnica, disponibilidad de datos y oferta de transporte, la metodología incorpora un módulo de clasificación contextual que permite ajustar la interpretación del análisis en función de tres perfiles municipales.

- C1 → Muy baja capacidad técnica y disponibilidad limitada de datos,
- C2 → Capacidad intermedia
- C3 → Capacidad municipal consolidada.

Este módulo condiciona dos aspectos esenciales del método:

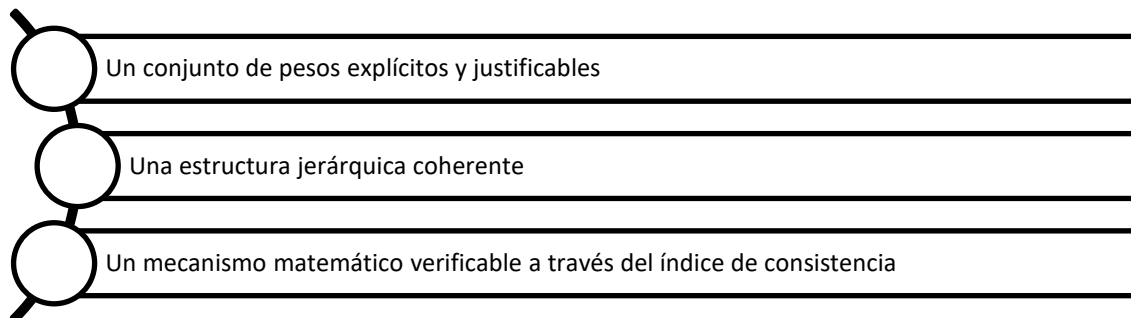
1. La ponderación relativa de ciertos criterios (como OPEX, gobernanza o trazabilidad)
2. La interpretación final del ranking obtenido mediante WSM

En línea con las recomendaciones de SUMP-UP, esta adaptación contextual refuerza la robustez práctica del modelo y evita aplicar un mismo esquema de decisión a municipios con realidades institucionales muy diferentes, permitiendo una lectura más ajustada a sus capacidades reales.

### **BLOQUE 3. AHP – DERIVACIÓN DE PESOS**

El tercer bloque se centra en obtener los pesos asociados a los criterios definidos. Para ello se emplea el Proceso analítico Jerárquico (AHP), ya que permite convertir valoraciones cualitativas en valores numéricos mediante comparaciones por pares y la verificación de su coherencia interna. Esta capacidad de transformar juicios subjetivos en pesos cuantitativos facilita integrar el conocimiento técnico y político del municipio, siguiendo las recomendaciones de las guías europeas para entornos con recursos limitados.

El AHP aporta:



Los pesos resultantes alimentan directamente el modelo de priorización que se desarrolla en el siguiente bloque.

### **BLOQUE 4. WSM – EVALUACIÓN Y RANKING DE MEDIDAS**

El cuarto bloque aplica el Weighted Sum Model (WSM) para calcular la puntuación final de cada una de las alternativas. Este enfoque permite procesar la información de manera estructurada y obtener un resultado comparado para todas las medidas analizadas. En términos operativos, el modelo:

- ✓ Normaliza cada criterio en función de su naturaleza (beneficio o coste)
- ✓ Multiplica cada valor normalizado por el peso obtenido mediante AHP
- ✓ Suma todos los productos
- ✓ Genera un ranking final claro y transparente

Su funcionamiento es sencillo, reproducible y fácilmente verificable, lo que lo convierte en una opción especialmente adecuada para municipios pequeños, donde la operatividad práctica debe predominar frente a métodos más complejos que exigen mayores recursos.

Además, este enfoque permite integrar criterios cualitativos estructurados (como los criterios sociales o de gobernanza) en la misma matriz que los criterios cuantitativos (CT, CE, CA), sin distorsionar el resultado final ni comprometer la coherencia del análisis.

## **BLOQUE 5. PMIE -PANEL MÍNIMO DE INDICADORES ESENCIALES**

Como indicadores homogéneos y fácilmente medibles identificada en los PMUS reales (Cap.3), la metodología incorpora el PMIE, un conjunto reducido de indicadores que cualquier municipio puede recoger cada año utilizando únicamente sus propios recursos. Este plane incluye:

- Reparto modal,
- Siniestralidad con víctimas,
- Continuidad de la red activa,
- Ocupación del aparcamiento crítico,
- Velocidad comercial del transporte público (cuando exista),
- Emisiones estimadas mediante factores estándar.

Este panel actúa como la base de datos estructural del método y resulta esencial tanto para la evaluación multicriterio como para validación posterior de los resultados, permitiendo un seguimiento continuado y realista sin depender de sistemas complejos o consultoras externas.

## **BLOQUE 6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y LECTURA DE RESULTADOS**

Para asegurar que el ranking obtenido al aplicar el modelo de priorización sea fiable y no dependa excesivamente de un juicio concreto, la metodología incorpora un análisis de sensibilidad de los pesos, ajustándolos en un margen del  $\pm 10\%$ . Esta comparación sigue las buenas prácticas recogidas por SUMP-UP y MobiliseYourCity, que recomiendan verificar siempre cómo evoluciona el resultado cuando se modifican ligeramente las ponderaciones asignadas a los criterios. La finalidad es determinar hasta qué punto el modelo estable y si los resultados se mantienen coherentes cuando se producen variaciones razonables en los pesos derivados mediante AHP.

La realización de este análisis permite identificar qué criterios ejercen una influencia dominante sobre el resultado final, comprobar si el ranking obtenido es robusto ante pequeñas variaciones muy cercanas. De esta forma, el análisis de sensibilidad no solo refuerza la transparencia del proceso, sino que también mejora la capacidad del método para ofrecer lecturas más prudentes y matizadas en escenarios de incertidumbre o cuando las alternativas compiten con valores muy próximos entre sí. Este paso final completa el método AHP-WSM y garantiza que la priorización resultante sea sólida, reproducible y plenamente defendible en el contexto de un PMUS de pequeña escala.

### **Relación entre los bloques**

La metodología opera como un sistema encabezado en el que cada bloque alimenta al siguiente, de modo que el proceso mantiene coherencia interna desde la definición hasta la decisión final. El flujo completo puede sintetizarse como una secuencia ordenada: **criterios → contexto → PMIE → AHP → matiz → WSM → decisión final**. Cada fase incorpora la información generada por la anterior, evitando rupturas metodológicas y garantizando que la priorización se construya sobre una base sólida y verificable.

El resultado es un proceso lineal, fácilmente comprensible y plenamente replicable, que combina análisis técnico, criterios de gobernanza y evaluación operativa. Este enfoque integrado se ajusta a los principios establecidos por SUMP y responde a las necesidades de las ciudades pequeñas, donde la simplicidad, la transparencia y la trazabilidad son claves para asegurar la continuidad del PMUS a lo largo del tiempo.

### **Preparación para el Capítulo 8**

El diseño metodológico presentado permitirá, en el Capítulo 8, analizar cómo se comportan los distintos bloques cuando se aplican a los dos municipios seleccionados:

- **Vitoria-Gasteiz (perfil C3)**
- **Koprivnica (perfil C2)**

Será el apartado 7.4.7 (Limitaciones y carencias detectadas) donde se mostrará de forma directa cómo las deficiencias reales identificadas en ambos casos confirman la necesidad y pertinencia del método desarrollado en este trabajo.

#### **4.4 Procedimiento operativo del método AHP-WSM**

El método presentado en este capítulo se organiza como una secuencia ordenada de pasos que permite convertir información heterogénea criterios, indicadores, prioridades locales y capacidades institucionales; en una clasificación final de medidas aplicable a la planificación de la movilidad en ciudades pequeñas. Esta secuencia metodológica sigue las recomendaciones de las *European SUMP (2nd edition)* y el *Topic Guide for Smaller Cities and Towns*, ambos alineados en la necesidad de emplear procesos transparentes, reproducibles y adaptados a la capacidad real de los municipios, de modo que la toma de decisiones pueda justificarse de forma clara y sostenerse en el tiempo.

El procedimiento está diseñado para funcionar incluso en contextos donde la disponibilidad de datos es limitada, los equipos técnicos son educados o no existen sistemas avanzados de gestión y seguimiento. De manera precisa por ello resulta especialmente adecuado para la realidad institucional descrita en los capítulos anteriores y, como se mostrará más adelante, también para los casos de estudios, en los que estas restricciones condicionan de manera directa la capacidad de planificación y ejecución.

A continuación, se describe el proceso paso a paso.

##### **4.4.1 ETAPA 1: Definición del problema y de las alternativas de actuación**

El punto de partida consiste en definir con claridad el objetivo del análisis: establecer una priorización entre medidas o paquetes de medidas de movilidad sostenible dentro del PMUS de una ciudad pequeña. Una vez fijado este propósito, se delimita un conjunto discreto de alternativas que puedan compararse entre sí, como la ampliación de la red ciclista, la implantación de medidas de calmado de tráfico, la reorganización de zonas de carga y descarga, la mejora de un itinerario peatonal o actuaciones específicas sobre el transporte público, entre otras posibles opciones.

La literatura especializada en análisis multicriterio recomienda trabajar con un número limitado y manejable de alternativas (en el rango de 5 a 10) para garantizar la consistencia del proceso y facilitar la comparación entre ellas, evitando que un exceso de opciones diluya la evolución o genere resultados poco claros (European Commission, 2020).

#### 4.4.2 ETAPA 2: Selección de criterios (CT, CE, CA, CS, DUM, NC)

A partir del marco conceptual desarrollado en el capítulo anterior, se seleccionan los criterios que servirán para evaluar las distintas alternativas. Para garantizar su utilidad, estos criterios deben cumplir condiciones básicas:

- ✓ Medibles
- ✓ Independientes
- ✓ Relevantes
- ✓ Comparables
- ✓ Sensibles
- ✓ Operativos en contextos con baja capacidad técnica

Cada criterio procede de una de las seis familias definidas previamente: CT, CE, CA, CS, DUM, NC.

La selección final refleja de manera directa la realidad municipal y responde a las carencias identificadas en los PMUS reales, especialmente la necesidad de contar con criterios homogéneos y trazables, tal como señala el *Urban Mobility Observatory (2023)*.

#### 4.4.3 ETAPA 3: Aplicación del Módulo de Contexto (C1-C2-C3)

Antes de comenzar con la fase de ponderación, se clasifica la ciudad dentro de uno de tres perfiles posibles

- I. C1 – CAPACIDAD TÉCNICA MUY LIMITADA Y ESCASEZ SIGNIFICATIVA DE DATOS
- II. C2 – CAPACIDAD INTERMEDIA
- III. C3 – CAPACIDAD YA CONSOLIDADA

Este módulo permite ajustar la interpretación de los criterios y, cuando resulte pertinente, orientar ponderación hacia aquellos que tienen un peso especial en cada contexto (por ejemplo, OPEX en municipios C1 o los aspectos de gobernanza en ciudades con inestabilidad administrativa). El *Topic Guide* destaca que esta adaptación al contexto municipal incrementa de forma notable la utilizada práctica del método (Rupprecht Consult, 2021).

#### 4.4.4 ETAPA 4: Construcción del PMIE (Panel Mínimo de Indicadores Esenciales)

Para asegurar la trazabilidad y la comparabilidad de los resultados, la metodología incorpora un conjunto reducido de indicadores esenciales que deben recopilarse de manera anual. Antes de aplicar los métodos AHP y WSM, es necesario comprobar que el municipio dispone de los siguientes datos:

- a) Reparto modal actualizado
- b) Siniestralidad con personas heridas
- c) Grado de continuidad de la red activa (km equivalentes)

- d) Grado de continuidad en aparcamiento crítico
- e) Velocidad comercial del transporte público
- f) Estimación de emisiones mediante factores estándar

Este panel mínimo se ajusta a las recomendaciones de *MobiliseYpurCity* y de *ELTIS*, que promueven el uso de indicadores simples, manejables y sostenibles en municipios pequeños, evitando depender de sistemas complejos o bases de datos avanzadas (*MobiliseYourCity*, 2021).

#### 4.4.5 ETAPA 5: Derivación de pesos mediante AHP

Una vez definidos los criterios y verificada la disponibilidad de los indicadores base, se elabora **la matriz de comparaciones por pares** que constituye el núcleo del AHP. El proceso se desarrolla del siguiente modo:

- 1) Se compara cada criterio con todos los demás utilizando la escala fundamental propuesta por Saaty (1-9)
- 2) Se calcula el autovector principal, que actúa como representación matemática de los **pesos normalizados**.
- 3) Se calcula el **Índice de Consistencia (IC)** y el **Ratio de Consistencia (RC)** para comprobar la coherencia interna de los juicios.
- 4) Si el C supera el umbral 0,10 i, es necesario revisar la matriz y ajustar las valoraciones realizadas.

El resultado final es un conjunto de pesos que refleja de manera transparente las prioridades del municipio, fundamentado en una estructura matemática verificable.

#### 4.4.6 ETAPA 6: Construcción de la matriz de decisión

La matriz de decisión se elabora colocando las alternativas como filas y los criterios como columnas, de modo que cada intersección recoge la puntuación bruta obtenida por cada alternativa respecto al criterio correspondiente.

Estas puntuaciones pueden proceder de distintas fuentes: **indicadores del PMIE, valores técnicos previamente normalizados, escalas ordinales definidas de forma estructurada o datos cualitativos organizados mediante rúbricas consistentes**.

Este enfoque permite integrar información heterogénea de manera ordenada y comparable, preparando la matriz para los siguientes pasos de normalización y cálculo mediante el modelo WSM.

#### 4.4.7 ETAPA 7: Normalización de las puntuaciones

Dados que los criterios manejan unidades muy distintas entre sí (metros, euros, número de accidentes, niveles de ruido o valoraciones cualitativas) es necesario convertirlos a una escala común, normalmente entre 0-1 o 0-10, para que puedan compararse de forma coherente. Para ello se aplica un proceso de normalización que distingue entre dos tipos de criterios:

- **Normalización tipo beneficio** => cuando un valor mayor implica un mejor desempeño
- **Normalización tipo coste** => cuando un valor menor corresponde a un resultado más favorable.

Este procedimiento asegura que todos los criterios mantengan la misma base de comparación y evita que uno de ellos pueda imponerse sobre el resto únicamente por su magnitud numérica

#### 4.4.8 ETAPA 8: Cálculo del WSM

El cálculo del modelo WSM (Weighted Sum Model) se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$i = \sum_{j=1}^n (w_j \times w_{ij})$$

donde:

- $w_j$ , representa el peso asignado al criterio  $j$ , derivado del proceso AHP
- $w_{ij}$ , es el valor normalizado que alcanza la alternativa  $i$  en el criterio  $j$

La alternativa que obtenga la puntuación más elevada se interpreta como la opción más adecuada, considerando el conjunto de criterios, los pesos asignados y el contexto específico del municipio.

#### 4.4.9 ETAPA 9: Analisis de sensibilidad

Con el fin de comprobar la solidez del ranking obtenido, se aplica una variación del  $\pm 10\%$  sobre los pesos principales derivados mediante AHP. Este procedimiento permite evaluar cómo se comportan las alternativas cuando se modifican ligeramente las ponderaciones asignadas a los criterios.

Este análisis hace posible identificar:

- Criterios que ejercen un peso dominante
- Situaciones de empate técnico
- Alternativas especialmente sensibles a pequeñas variaciones en los pesos
- Posibles incoherencias entre los criterios empleados

Las directrices europeas recomiendan explícitamente incluir análisis de sensibilidad en cualquier decisión multicriterio para reforzar la transparencia y a fiabilidad del proceso.

#### 4.4.10 ETAPA 10: Interpretación, priorización y calendario

Una vez obtenidos los resultados del WSM, y verificada su estabilidad mediante el análisis de sensibilidad, se procede a interpretar la clasificación final tomando en consideración varios elementos clave: el perfil contextual de la ciudad (C1-C2-C3), la disponibilidad presupuestaria real, la capacidad administrativa existente y el grado de alineación con los objetivos estratégicos del PMUS.

El proceso culmina en una priorización justificada, acompañada de un calendario de implantación y de un esquema básico de seguimiento anual basado en el PMIE.

El procedimiento expuesto en este capítulo constituye la base para analizar, en el siguiente capítulo, cómo se comporta la metodología cuando se aplica a los casos reales de Vitoria-Gasteiz y Koprivnica. En dicho capítulo se comprobará, además, que muchas de las limitaciones y carencias que presentan estos municipios coinciden con las identificadas en el Estado del Arte, lo que refuerza la necesidad y validez del enfoque metodológico AHP-WSM desarrollado en este trabajo.

#### **4.5 Módulo de Contexto para la adaptación del método (C1-C2-C3)**

El uso de metodologías multicriterio en la planificación de la movilidad urbana no se aplica del mismo modo en todos los municipios, ya que su eficiencia depende en gran medida de la capacidad técnica, institucional y operativa disponible en cada caso. Esta situación especialmente evidente en las ciudades pequeñas, donde factores como la estructura administrativa, la disponibilidad de datos, los recursos humanos o el grado de madurez de las políticas de movilidad condicionan de forma directa la posibilidad de implementar un PMUS con garantías. Las *European SUMP Guidelines* (2nd edition) recuerdan que todo proceso de planificación excesivamente complejas en contextos donde no puedan mantenerse de forma continuada en el tiempo (European Commission, 2020).

En esta línea, el *Topic Guide on Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns* insiste en que el análisis debe adaptarse a la capacidad operativa real de cada municipio, recordando que el éxito de una actuación depende tanto de su calidad técnica como de la posibilidad efectiva de llevarla a cabo (Rupprecht Consult, 2021), del mismo modo, la iniciativa *MobiliseYourCity* subraya que los métodos de priorización deben reconocer las diferencias entre municipios pequeños, especialmente cuando existen limitaciones evidentes en la recopilación de datos, el seguimiento de indicadores o la coordinación institucional necesaria para sostener un PMUS en el tiempo.

Sobre esta base, el presente trabajo incorpora un Módulo de Contexto, cuyo objetivo es clasificar al municipio en uno de tres perfiles -C1, C2 o C3- que permite ajustar la interpretación del análisis multicriterio, la ponderación de criterios y el nivel de exigencia en la recogida de información. Este módulo no altera la estructura general del método AHP-WSM, sino que orienta su aplicación de manera realista y facilita la comparación entre ciudades con niveles diferentes de capacidad.

##### **4.5.1 Variables que definen el contexto municipal**

El Módulo de Contexto se apoya en cinco dimensiones fundamentales identificadas tanto en la literatura europea como en el análisis desarrollado anteriormente. Estas dimensiones permiten caracterizar con precisión la realidad de cada municipio y condicionan la forma en que deben interpretarse los resultados del método multicriterio. En concreto, se consideran:

1. Escala poblacional: que determina la magnitud del municipio y el volumen potencial de desplazamientos.
2. Compacidad y estructura urbana: vinculadas a la morfología, la densidad y las distancias medias que configuran el patrón de movilidad.
3. Oferta de transporte público: evaluada a través de su cobertura, frecuencia y papel dentro de la red urbana.

4. Capacidad técnica municipal: que incluye el personal disponible, la experiencia previa y el acceso a recursos operativos
5. Continuidad institucional y gobernanza: relacionada con la estabilidad política, la coordinación interna y la capacidad para sostener el PMUS en el tiempo.

El análisis conjunto de estas variables ofrece una imagen realista del municipio y permite contextualizar adecuadamente la interpretación del ranking generado por el método multicriterio, asegurando que los resultados sean coherentes con la capacidad y las condiciones locales.

#### 4.5.2 Perfiles del Módulo de Contexto

Variable / Perfil	C1 – Baja capacidad	C2 – Capacidad intermedia	C3 – Capacidad consolidada
Escala poblacional	Muy pequeña (<20.000 hab.)	Pequeña-intermedia (20.000–50.000)	Intermedia (>50.000)
Compacidad y estructura urbana	Tejido sencillo, baja densidad; problemas de interconexión	Estructura semidensa; red activa en expansión	Ciudad consolidada, red estructurada y jerarquizada
Oferta de transporte público	Limitada o inexistente	Funcional pero no estructurante	TP consolidado, integración modal más avanzada
Capacidad técnica municipal	Plantilla reducida; dependencia externa	Equipo técnico pequeño pero operativo	Servicios técnicos estables y especializados
Continuidad institucional	Inestabilidad frecuente, procesos poco formalizados	Estabilidad moderada, procedimientos parciales	Alta estabilidad, procesos maduros y documentados
Implicaciones metodológicas (AHP–WSM)	Mayor peso en OPEX, gobernanza, factibilidad y trazabilidad; PMIE muy reducido	Equilibrio entre criterios técnicos, económicos y sociales; PMIE de complejidad media	AHP completo; integración fuerte de criterios técnicos, ambientales y sociales; posibilidad de análisis avanzado
Aplicación del PMIE	Indicadores mínimos y mediciones básicas	Panel funcional con actualizaciones periódicas	Panel completo con series históricas y mediciones estables
Interpretación del ranking	Prioriza medidas “rápidas, baratas y mantenibles”	Prioriza medidas con equilibrio técnico–social	Prioriza medidas estructurales con impacto a medio-largo plazo

Tabla 2 Perfiles del Módulo de Contexto para ciudades pequeñas. Fuente: Elaboración propia

La clasificación del municipio en uno de estos tres perfiles no modifica la estructura del método AHP-WSM, pero sí orienta la ponderación, la interpretación de resultados y la viabilidad operativa. Este ajuste contextual resulta clave en ciudades pequeñas, donde la capacidad institucional es un determinante directo del éxito de cualquier medida, tal como recomiendan las SUMP Guidelines (European Commission, 2020) y el Topic for Smaller Cities and Towns (Rupprecht Consult, 2021).

### 4.5.3 Función del Módulo de Contexto dentro del método AHP-WSM

El Módulo de Contexto no modifica las fases centrales del AHP-WSM, pero sí influye en cómo se interpretan y aplican los resultados, de la siguiente manera:

#### a) Ajuste de la interpretación del ranking AHP

En fundición del perfil municipal, algunos criterios adquieren más peso que otros.

- Por ejemplo, en municipios C1, aspectos como el OPEX, la gobernanza, la factibilidad técnica o la trazabilidad del dato (NC3) suelen tener mayor relevancia, mientras que en municipios C3 cobran protagonismo criterios técnicos, ambientales y sociales, propios de contextos más maduros y estructurados.

#### b) Ajuste de la interpretación del ranking WSM

El valor de una medida no es el mismo en una ciudad con un perfil C3 que en una con perfil C1.

- El módulo contextual permite entender por qué una alternativa puede subir o bajar posiciones en la priorización, ofreciendo una lectura más realista y ajustada al funcionamiento municipal.

#### c) Facilita la replicabilidad y la transferibilidad

Gracias a este módulo, es posible comparar municipios con capacidades distintas empleando la misma metodología.

- Esto será especialmente visible en el Capítulo 8, donde Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (perfil C2) obtienen resultados diferentes no por incoherencias del método, sino por sus características estructurales.

#### d) Da respuesta a las carencias observadas en PMUS reales

Muchos PMUS no definen su contexto institucional y terminan generando decisiones que no se ajustan a la capacidad del municipio.

- Este módulo corrige ese problema, ofreciendo un marco claro que evita derivados de aplicar análisis desconectados de la realidad administrativa.

La incorporación del Módulo de Contexto permite ajustar la metodología a la característica de cada municipio, aumentando su utilidad práctica y mejorando la comparabilidad entre distintos casos. En los apartados siguientes se presentan el Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMEI) y las plantillas operativas que completan el proceso AHP-WSM, herramientas que posteriormente se aplicarán en los casos de estudio del Capítulo 8 para evaluar cómo se comportan el método en entornos municipales de diferente capacidad.

## 4.6 Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE)

La FINALIDAD de cualquier proceso de priorización multicriterio depende de que exista un conjunto mínimo de datos que el propio ayuntamiento pueda recoger y actualizar de manera periódica. La *SUMP Guidelines* (2nd ed.) recomiendan vincular la toma de decisiones a un sistema de indicadores que sea manejable, claro y estable en el tiempo, subrayando que, en el caso de municipios pequeños, la clave no es “medirlo todo”, sino asegurar continuidad y trazabilidad año tras año (European Commission, 2020; Urban Mobility Observatory, 2023). Esta orientación coincide con lo señalado en el *Topic Guide for Smaller Cities and Towns*, que insiste en seleccionar únicamente aquellos indicadores esenciales que puedan mantenerse con los recursos disponibles en cada municipio y mediante métodos de medición proporcionados a su capacidad institucional (Rupprecht Consult, 2021). En la misma línea, la iniciativa *MobiliseYourCity* propone utilizar plantillas operativas y rutinas sencillas que permitan sostener series anuales con medios locales, evitando depender de sistemas complejos o consultorías externas (MobiliseYourCity, 2021). Con este marco como referencia, el PMIE definido en este TFM se compone de seis indicadores clave que cubren movilidad activa y seguridad, gestión de la demanda, funcionamiento del transporte público, cuando exista, y un proxy ambiental realista. Este conjunto resulta suficiente para alimentar el modelo WSM, verificar resultados a posteriori y facilitar la comparabilidad entre ciudades clasificadas en los perfiles C1-C2-C3.

### 4.6.1 Principios de diseño del PMIE

1. **Pocos y sostenibles en el tiempo.** Es preferible disponer de seis indicadores que puedan medirse cada año de forma estable, antes que manejar veinte que no puedan repetirse con regularidad. Este enfoque está alineado con SUMP 2.0 y con las recomendaciones del *Toolkit* de *MobiliseYourCity*.
2. **Protocolos de medición “ligeros”.** Deben definirse de manera clara quién mide, cómo se mide y en qué momento, utilizando métodos simples como aforos selectivos, campañas breves, encuestas reducidas o factores estándar que no exija recursos elevados.
3. **Trazabilidad y comparabilidad.** Es esencial repetir las mediciones en las mismas semanas de referencia, emplear plantillas idénticas y mantener un archivo municipal accesible que permita comparar series temporales sin perder coherencia metodológica.
4. **Lectura ajustada al contexto (C1-C2-C3).** El esfuerzo requerido para medir cada indicador la interpretación de los resultados debe adaptarse al perfil del municipio, reconociendo que no todas las ciudades pueden asumir el mismo nivel de detalle.

## 4.6.2 Fichas de indicadores (operativas)

### PMIE-1. Reparto modal (anual)

- **Objetivo:** Captar el patrón de movilidad y sus cambios (base del impacto)
- **Definición:** % viajes a pie / bici / TP / vehículo privado / otros, día laborable.
- **Método ligero:** encuesta breve (muestra acotada) + aforos selectivos en 2-3 ejes representativos; misma semana cada año.
- **Frecuencia / Responsable:** Anual / Movilidad + apoyo estadístico local.
- **Normalización WSM:** Beneficio cuando la medida incrementa la cuota de modos sostenibles (0-10 por mejora relativa)
- **Trazabilidad:** Hojas-resumen con tamaño muestral, localizaciones, fechas y cuestionario.

### PMIE-2. Siniestralidad con heridos (anual)

- **Objetivo:** Priorizar seguridad vial donde el retorno social es mayor.
- **Definición:** Nº de accidentes con heridos en el ámbito de actuación (o por 10.000 hab.).
- **Método ligero:** Extracción anual de la base de Policía Local + geolocalización de puntos.
- **Frecuencia / Responsable:** Anual / Policía Local + Movilidad.
- **Normalización WSM:** Beneficio (reducción prevista = mejor; escalar 0–10).
- **Trazabilidad:** Metadatos (rango temporal, clasificación de lesiones, cambios de casuística). (SUMP 2.0; Topic Guide Smaller Cities)

### PMIE-3. Continuidad de red activa (km equivalentes)

- **Objetivo:** Medir cierres de brechas y continuidad de itinerarios clave.
- **Definición:** “Km equivalentes” de acera/carril bici conectados y seguros (ponderar cierres de brecha, intersecciones pacificadas, itinerarios escolares).
- **Método ligero:** Inventario PCA
- simple o croquis georreferenciados + validación de campo.
- **Frecuencia / Responsable:** Bianual (o anual si hay obra) / Movilidad + Obras.
- **Normalización WSM:** Beneficio (más km eq. = mejor; 0–10 respecto al máximo).
- **Trazabilidad:** Plano con leyenda de ponderaciones y fecha de levantamiento. (SUMP 2.0; UMO Guidance)

### PMIE-4 Ocupación de aparcamiento en puntos críticos

- **Objetivo:** Valorar presión de estacionamiento y gestión de la demanda.
- **Definición:** % de ocupación en tramos/zona crítica (3 franjas: mañana, mediodía, tarde).
- **Método ligero:** Conteos puntuales 2 días laborables/estacional y en las mismas franjas.
- **Frecuencia / Responsable:** Trimestral → Anual (media) / Policía Local + Movilidad.
- **Normalización WSM:** Coste (menor ocupación indebida/rotación deficiente = mejor).
- **Trazabilidad:** Mapa de puntos, fechas y planilla de conteo.

#### **PMIE-5. Velocidad comercial del TP (si aplica)**

- **Objetivo:** Detectar mejoras de eficiencia del autobús/servicio regular.
- **Definición:** km/h en línea/eje intervenido (o % mejora respecto a base).
- **Método ligero:** Muestras GPS del operador o cronometraje manual de 3 viajes por franja.
- **Frecuencia / Responsable:** Semestral / Operador + Movilidad.
- **Normalización WSM:** Beneficio (mayor velocidad/regularidad = mejor; 0–10).
- **Trazabilidad:** Fichas de línea, días de medición, condiciones (obras, desvíos).

#### **PMIE-6. Emisiones estimadas (proxy por factores estándar)**

- **Objetivo:** Aportar un indicador climático/aire proporcionado a la escala local.
- **Definición:** tCO<sub>2</sub>e/año (o índice relativo) en el ámbito; opcionalmente NOx/PM índice.
- **Método ligero:** Aforos + factores estándar por vehículo-km / por categoría.
- **Frecuencia / Responsable:** Anual / Medio ambiente + Movilidad.
- **Normalización WSM:** Beneficio (más reducción que la base = mejor; 0–10).
- **Trazabilidad:** Fichero con factores usados, tablas de aforos y fórmula

*Nota:*

- *En C1 (baja capacidad), prioriza el PMIE-1, 2, 4, 6 y mide PMIE-3 cuando haya obra; PMIE-5 solo si hay TP con datos mínimos.*
- *En C2, aplica los seis; ajusta la carga de campañas.*
- *En C3, aplicar si interesa (ruido, accesibilidad, etc.)*

#### **4.6.3 Matriz de trazabilidad de datos**

La matriz de trazabilidad del PMIE es un instrumento operativo destinado a garantizar que los indicadores esenciales definidos en el apartado 7.5 puedan recopilarse, almacenarse y compararse de forma sistemática a lo largo del tiempo. Su finalidad es asegurar que cada indicador disponga de una definición clara, un procedimiento de medición estable y un mecanismo de archivo que permita reconstruir la serie histórica sin pérdidas de información.

Cada indicador debe contar con una fuente de datos bien identificada, un procedimiento de medición sencillo, una periodicidad fija, una persona responsable de su actualización y un lugar de almacenamiento accesible y estable.

Las *SUMP Guidelines* (2nd Edition) señalan que los PMUS deben apoyarse en rutinas de seguimiento “claras, estables y verificables”, especialmente en municipios pequeños donde es imprescindible adaptar la exigencia técnica a la capacidad operativa disponible (European Commission, 2020). De forma complementaria, *SUMPs-Up* recomienda elaborar plantillas normalizadas que permitan documentar todo el proceso de medición con un nivel homogéneo de detalle, algo especialmente importante en contextos donde existe rotación frecuente de personal y la continuidad institucional puede verse comprometida (Rupprecht Consult, 2021). A su vez, *MobilityYourCity* insiste en que cualquier indicador empleado dentro del PMUS debe ser completamente trazable: cualquier técnico que se incorpore al servicio debe poder reconstruir el cálculo y replicarlo sin depender de consultoras externas ni de sistemas complejos.

Desde esta perspectiva, la matriz de trazabilidad actúa como el registro central del PMIE. Permite comprender el proceso de construcción de cada indicador, facilita la repetición de campañas de medición año tras año, reduce los errores derivados de la falta de documentación y asegura la coherencia entre los datos utilizados en el método AHP-WSM y los análisis comparativos desarrollados en el Capítulo 8.

Además, esta matriz resulta clave para el epígrafe 7.4.7, centrado en las limitaciones y carencias detectadas, donde se mostrará que la mayoría de los PMUS actuales no disponen de sistemas de registro homogéneos ni continuos. Precisamente por ello, la incorporación de esta tabla en la metodología constituye una respuesta directa a esta debilidad recurrente.

Indicador	Fuente / método	Semana/año	Frecuencia	Responsable	Archivo	Observaciones
PMIE-1 Reparto modal	Encuesta breve + aforos selectivos	Semana 19	Anual	Movilidad	\\PMUS\PMIE\Anuales\2026\	Tamaño muestra / ejes
PMIE-2 Siniestralidad	Base Policía Local	Año natural	Anual	Policía / Movilidad	\\PMUS\PMIE\Siniestralidad\	Clasificación lesiones
PMIE-3 Red activa (km eq.)	GIS simple / croquis	Q2	Bianual	Movilidad / Obras	\\PMUS\PMIE\RedActiva\	Ponderaciones
PMIE-4 Ocupación aparcamiento	Conteos 3 franjas x 2 días	T1-T2-T3-T4	Trimestral→Anual	Policía / Movilidad	\\PMUS\PMIE\Aparcamiento\	Zonas críticas
PMIE-5 Velocidad TP	GPS operador / crono	Q1-Q3	Semestral	Operador / Movilidad	\\PMUS\PMIE\TP\	Líneas y sentidos
PMIE-6 Emisiones (proxy)	Aforo + factores estándar	Semana 19	Anual	Medioambiente	\\PMUS\PMIE\Emisiones\	Factores y cálculo

Tabla 3 Matriz de trazabilidad de datos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4 Normalización para el WSM y vínculo con los criterios

Cada indicador del PMIE se vincula con los criterios definidos en el Capítulo 6 y se transforma a una escala común del 0-10 o del 0-1, para permitir su comparación. La regla básica de normalización distingue entre dos lógicas: por un lado, los indicadores de tipo beneficio, en los que un valor más alto representa un mejor desempeño (incremento del reparto modal sostenible, mayor extensión y continuidad de la red activa, aumento de la velocidad comercial del transporte público o reducciones más intensas de emisiones); y, por otro, los indicadores de tipo coste, donde un valor menor implica un resultado preferible (descenso de la siniestralidad, disminución de la ocupación indebida o menor presión sobre el aparcamiento).

Este proceso garantiza que la matriz Alternativas x Criterios se alimente de valores comparables, permitiendo al modelo WSM operar con coherencia y evitando que las diferencias de escala distorsionan los resultados. Paralelamente, el AHP proporciona los pesos consensuados y consistentes que permiten a las recomendaciones de las guías europeas, que subrayan la necesidad de asegurar transparencia, trazabilidad y auditabilidad en todos los procesos de priorización dentro de un PMUS (European Commission, 2020; SUMP Central, 2019).

#### 4.7 Plantillas operativas del método (AHP, WSM y rúbricas de evaluación)

La correcta aplicación del método AHP-WSM en municipios de pequeña escala exige disponer de un conjunto de plantillas estandarizadas que permita reproducir con claridad, reducir posibles errores y asegurar que todas las decisiones del PMUS sean trazables y auditables. La literatura internacional sobre planificación de la movilidad (incluyendo las *European SUMP Guidelines*, *el Urban Mobility Observatory* y *el Topic for Smaller Cities and Towns*) coincide en destacar la importancia de utilizar herramientas simples, homogéneas y fácilmente comprensibles, especialmente en entornos con capacidades técnica limitadas, para garantizar que el proceso metodológico pueda mantenerse de forma estable a lo largo del tiempo.

En este apartado se presentan tres plantillas esenciales:

1. La matriz AHP de comparaciones por pares
2. La matriz WSM de decisión normalizada
3. La rúbrica de puntuación (0-10) para criterios cualitativos y semi-cuantitativos.

Estas plantillas constituyen el elemento operativo central del método y serán empleadas posteriormente en los casos de estudios del Capítulo 8, donde permitirá comprobar de forma práctica la validez y la utilidad real del enfoque metodológico desarrollado en este trabajo.

##### 4.7.1 Plantilla AHP: Matriz de comparaciones por pares

La matriz AHP es la herramienta que permite calcular los pesos de los criterios. Su estructura sigue el esquema clásico basado en la escala de Saaty (1-9), a través del cual se expresa la importancia relativa entre dos criterios comparándolos de manera directa. A continuación, se muestra la plantilla base adaptada a las seis familias de criterios utilizadas en este trabajo (CT, CE, CA, CS, DUM Y NC).

##### PLANITLLA AHP- COMPARACIONES POR PARES

	CT	CE	CA	CS	DUM	NC
CT	1	...	...	...	...	...
CE	...	1	...	...	...	...
CA	...	...	1	...	...	...
CS	...	...	...	1	...	...
DUM	...	...	...	...	1	...
NC	...	...	...	...	...	1

Tabla 4 Plantilla AHP – Comparaciones por pares. Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo del método se emplea el *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como técnica para la obtención de pesos. El procedimiento parte de una matriz de comparaciones por pares, elaborada mediante la escala fundamental propuesta por *Saaty* (1-9), donde cada elemento representa el juicio relativo entre dos criterios. A partir de dicha matriz se calcula el autovector propio normalizado, que constituye el conjunto de pesos asignados a cada criterio. Con el fin de verificar la coherencia interna de los juicios emitidos, se emplea el Ratio de Consistencia (RC), cuyo valor debe situarse por debajo de 0,10 para considerar válida la matriz; en caso contrario, los juicios deben revisarse para garantizar su consistencia metodológica.

#### 4.7.2 Planilla WSM: Matriz general y normalización

El método WSM (Weighed Sum Model) requiere trabajar con una matriz que integre simultáneamente varios componentes esenciales:

- i. **Las alternativas**, organizadas en filas
- ii. **Los criterios**, situados en columnas
- iii. **Las puntuaciones ya normalizadas**
- iv. **Los pesos obtenidos a través del AHP**
- v. **El cálculo del valor final asignado a cada alternativa**

La siguiente es la plantilla base que se usará en el Capítulo 8 para Victoria-Gasteiz y Koprivnica

##### 4.7.2.1 Matriz de decisión del método WSM

###### A) Matriz de valores brutos

Alternativa	CT1	CT2	CE1	CE2	CA1	CA2	CS1	NC1	...
A1	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	...
A2	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	...
A3	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	...

Tabla 5 Matriz de valores brutos (antes de normalizar. Fuente: Elaboración propia)

###### B) Normalización

- Para criterios beneficio:

$$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}$$

- Para criterios coste:

$$v_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}$$

### C) Matriz normalizada con pesos

Alternativa	CT1 (w1)	CT2 (w2)	CE1 (w3)	...	Score WSM
A1	v11·w1	v12·w2	v13·w3	...	Σ
A2	v21·w1	v22·w2	v23·w3	...	Σ
A3	v31·w1	v32·w2	v33·w3	...	Σ

Tabla 6 Matriz normalizada con pesos. Fuente: Elaboración propia

\*El valor  $\Sigma$  determina el ranking final

#### 4.7.3 Rúbrica de evaluaciones (escala 0-10)

Algunos criterios (sobre todo los relacionados con los aspectos sociales (CS), la logística urbana (DUM) y los nuevos criterios de gobernanza y proceso (NC)) no se cuentan siempre con un valor numérico preciso. Para asegurar su comparabilidad dentro del análisis, se recurre a rúbricas estructuradas, un enfoque recomendado por las SUMP Guidelines para el tratamiento de criterios cualitativos.

#### Rúbrica 0-10 para criterios cualitativos o semi-cuantitativos

Puntuación	Significado
0	No mejora / empeoramiento evidente
1-2	Mejora marginal o muy limitada
3-4	Mejora puntual, impacto débil
5-6	Mejora clara y perceptible, impacto medio
7-8	Mejora significativa, impacto elevado
9-10	Mejora muy alta / impacto transformador

Tabla 7 Rúbrica de 0-10 para criterios cualitativos o semi-cuantitativos. Fuente: Elaboración propia

Cómo aplicarla:

- Debe existir una rúbrica específica por criterio (p. ej. Para NC1, DUM3, CS3...), anexada al final del TFM.
- La puntuación debe justificarse con datos PMIE o evidencia cualitativa estructurada
- A la matriz WSM entra el valor normalizado 0-10

Las plantillas representan en este apartado conforman el soporte operativo esencial del método AHP-WSM. Su uso permite transformar los criterios y los datos disponibles en una matriz comparativa clara, verificable y adecuada para la característica de los municipios de menor escala, al tiempo que se mantiene la coherencia con los principios establecidos por las directrices SUMP. En el Capítulo 7, estas plantillas se aplicarán a los casos de estudio, lo que permitirá demostrar de manera práctica la consistencia, utilidad y capacidad explicativa del método, así como su eficacia para abordar las carencias identificadas en el epígrafe 7.4.7.

#### **4.8 Integración de la metodología en los casos de estudio**

La metodología desarrollada en este capítulo, que integra el sistema de criterios (CT, CE, CA, CS, DUM y NC), el Módulo de Contexto (C1-C2-C3), el Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) y el enfoque combinado AHP-WSM- está planteada para ser aplicada y contrastada mediante el estudio de dos realidades urbanas distintas: Vitoria-Gasteiz y Koprivnica. Ambas ciudades, seleccionadas, representan perfiles diferenciados dentro del abanico de municipios pequeños y medianos, lo que permite comprobar si la metodología responde con coherencia cuando se aplica en contextos institucionales, urbanos y operativos diversos.

El *Topic Guide for Smaller Cities and Towns* subraya que cualquier método de priorización debe probarse en entornos con capacidades distintas, ya que factores como la estructura administrativa, la disponibilidad de datos o la configuración de la red urbana influye directamente en la forma en que se toman y sostienen las decisiones (Rupprecht Consult, 2021). La paliación en Vitoria-Gasteiz y Koprivnica permitirá, por tanto, verificarse si el enfoque metodológico es consistente y si realmente se ajusta a las condiciones reales de los municipios que inspiran este trabajo.

##### **4.8.1 Correspondencia entre la metodología y los casos (C3 vs C2)**

El Módulo de Contexto definido en apartados anteriores clasifica a los municipios del estudio del siguiente modo:

###### **Vitoria-Gasteiz, identificada como perfil C3**

Una ciudad con una trayectoria sólida en políticas de movilidad sostenible, disponibilidad de datos estructurados, mecanismos estables de participación y seguimiento, y un nivel elevado de capacidad institucional.

###### **Koprivnica, clasificada como perfil C2**

Un municipio pequeño, dinámico con avances notables en movilidad activa, aunque con recursos más limitados y sistemas de seguimiento menos desarrollados que los de una ciudad plenamente consolidada.

Esta diferencia permitirá analizar cómo el método ajusta la ponderación y la interpretación del ranking final en función de la capacidad técnica y administrativa de cada municipio, siguiendo las recomendaciones del *Urban Mobility Observatory*, que subraya la importancia de metodologías “proporcionadas al contexto real” (Urban Mobility Observatory, 2023).

#### 4.8.2 Integración operativa de la metodología

El proceso metodológico se articula mediante la combinación de alternativas de actuación, criterios de evaluación y datos procedentes del Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE), con el fin de obtener una lectura comparada y contextualizada de los PMUS analizados. Para ello, se consideran entre cuatro y seis medidas representativas de cada ámbito urbano, seleccionadas por su relevancia dentro del plan local de movilidad y por su capacidad para reflejar distintos ámbitos de intervención (movilidad activa, calmado de tráfico, logística urbana, transporte público o gestión del espacio viario).

Cada alternativa se evalúa a partir del conjunto de criterios definidos en el marco metodológico (CT, CE, CA, CS, DUM y NC). Los valores asignados a cada criterio derivan de información disponible en los planes, datos municipales, indicadores del PMIE y evidencias cualitativas presentes en la documentación técnica. En paralelo, se registran las ausencias o lagunas de información que puedan afectar al proceso evaluativo, especialmente en ámbitos como la seguridad vial o los indicadores ambientales.

A continuación, los criterios se ponderan mediante el procedimiento del AHP, obteniéndose un conjunto de pesos asociado a las prioridades de cada municipio. Con estos pesos se construyen la matriz de evaluación del WSM, que permite obtener una puntuación sintética para cada alternativa. La lectura final de los resultados incorpora el papel del contexto local, atendiendo a aspectos como la capacidad institucional, la disponibilidad de datos, la mantenibilidad operativa de las medidas y los condicionantes propios de cada perfil urbano.

Este proceso garantiza una integración coherente entre criterios, indicadores y contexto, y proporciona una base metodológica replicable para la priorización de actuaciones en PMUS de ciudades pequeñas.

#### 4.8.3 Conexión directa con las carencias reales

Uno de los propósitos centrales de este TFM es evidenciar que la metodología propuesta constituye una respuesta directa a las carencias estructurales que presentan los PMUS en ciudades pequeñas, carencias identificadas tanto en el Estado del Arte como en la revisión de casos reales. En el apartado 7.4.7 se mostrará claramente que:

- ✗ Los sistemas de indicadores municipales son heterogéneos
- ✗ La priorización suele realizarse sin un proceso explícito
- ✗ No se documentan los pesos asignados a los criterios
- ✗ La logística urbana permanece infrarrepresentada
- ✗ La gobernanza es frágil y poco estructurada
- ✗ La trazabilidad de los datos resulta insuficiente

La aplicación del método AHP-WSM, respaldado por el PMIE y el Módulo de Contexto, permitirá demostrar que estas debilidades no solo pueden identificarse con precisión, sino también corregirse mediante:

- ✓ Criterios homogéneos
- ✓ Pesos explícitos y justificables
- ✓ Paneles de indicadores estables y fáciles de mantener

- ✓ Rúbricas cualitativas bien documentadas
- ✓ Un ranking final defendible y replicable

Los cálculos completos de las matrices AHP, los pesos resultantes, el proceso de normalización del WSM, los scores obtenidos y el análisis de sensibilidad se documentan íntegramente en el ANEXO II, garantizando trazabilidad y replicabilidad del procedimiento

## 5 CASO DE ESTUDIO

El análisis comparado exige situar la metodología en dos realidades urbanas concretas, con trayectorias, capacidades y escalas diferentes. Para este fin se han elegido Vitoria-Gasteiz (España) y Koprivnica (Croacia), dos ciudades que, desde posiciones muy distintas, han impulsado modelos de movilidad sostenibles alineados con los principios europeos SUMP/PMUS.

El objetivo de este capítulo es ofrecer una síntesis del perfil urbano de movilidad de cada caso, sus líneas estratégicas y los motivos que justifican su selección como objeto de estudio, antes de entrar en la comparación metodológica propiamente dicha.

### 5.1 Síntesis conjunta de los casos de estudio

#### **Vitoria-Gasteiz: una ciudad intermedia con un modelo consolidado**

Vitoria-Gasteiz es uno de los referentes más consolidados en movilidad sostenible a escala europea. Su trayectoria ha sido ampliamente reconocida, especialmente tras recibir título de European Green Capital 2012, distinción que reflejó una estrategia coherente basada en la integración entre planificación urbana, protección ambiental, recuperación del espacio público y un compromiso sostenible sostenido con los modos activos y el transporte público.

La ciudad presenta una morfología compacta, articulada en torno a un modelo concéntrico de anillos y al Anillo Verde, que conecta naturaleza y movilidad cotidiana. Su PMUS/PMSEP se ha elaborado siguiendo los principios SUMP, con una jerarquía clara de objetivos, uso sistemático de indicadores, procesos participativos continuados y una estructura de gobernanza consolidada desde el Pacto Ciudadano por la Movilidad (2007), que ha dado estabilidad coherente a la evolución del modelo urbano.

Vitoria-Gasteiz destaca por disponer de:

- Una red peatonal bien estructurada, continua y accesible, que garantiza desplazamientos cómodos y seguros a pie.
- Mas de 180 km de infraestructuras ciclistas, reforzadas con sistemas de aparcamientos seguro (incluido VGBiziz) y proyectos innovadores como BIZILEKIU, que amplía las opciones para el uso cotidiano de la bicicleta
- Un sistema de transporte público consolidado, apoyado en la flota de autobuses TUVISA y el tranvía, junto con actuaciones recientes orientadas a la electrificación y modernización del servicio.
- Intervenciones urbanas de reorganización, como las supermanzanas, diseñadas para reducir el tráfico de paso y recuperar espacio público para modos activos y actividades urbanas.

Su escala (ciudad intermedia ~250.000 habitantes) la convierte en un laboratorio ideal para validar metodológico comparativas: capacidad técnica suficiente, documentación extensa y madurez urbana, pero sin la complejidad administrativa de una gran metrópoli.

### **Koprivnica: innovación en una ciudad pequeña con recursos limitados**

Koprivnica, con alrededor de 34.000 habitantes, es uno de los ejemplos más destacados de movilidad sostenible entre las ciudades pequeñas europeas. Fue la primera ciudad de Croacia en aprobar un SUMP en 2015, y su evolución demuestra cómo innovación y una gobernanza eficaz pueden compensar las limitaciones económicas y técnicas propias de los municipios de menor escala.

La ciudad ha desarrollado un modelo basado en:

- Una movilidad activa muy consolidada, con tasas de uso de la bicicleta que en el centro urbano alcanzan valores cercanos al 40 %, lo que refleja una cultura ciclista asentada.
- Programas tempranos de transformación urbana, como *Town in the Move o Streets for People*, que han contribuido durante a reforzar hábitos de desplazamiento a pie y en bicicleta
- El primer sistema de transporte público eléctrico de Croacia, basado en minibuses eléctricos impulsado gracias al proyecto CIVITA DYN@MO, que situó a la ciudad como pionera en este ámbito.
- Un ecosistema avanzado de electromovilidad, que incluye un servicio municipal de *car-sharing*, una red de recarga consolidada y una fuerte implantación de bicicletas eléctricas.
- Un modelo de gobernanza participativa estable, articulado mediante foros, talleres, encuestas y proyectos de cooperación europea, que han permitido sostener procesos de movilidad con transparencia.
- Una estructura urbana compacta, que facilita la implantación de medidas de bajo coste y efecto inmediato, especialmente adecuadas para una ciudad pequeñas como Koprivnica.

### **5.2 Valor metodológico de la combinación de ambos casos**

La combinación de Vitoria-Gasteiz, ciudad intermedia con una trayectoria madura, y Koprivnica, ciudad pequeña con alta capacidad innovadora, constituye un contraste idóneo para someter a prueba la metodología desarrollada en este trabajo. Este biomio permite evaluar cómo la herramienta se comporta en contextos de distinta escala, recursos y madurez institucional, y verificar su capacidad para priorizar actuaciones de forma coherente y comparable.

- Diferencia de escala: una ciudad alrededor de 250.000 habitantes frente a otra de unos 34.000, lo que refleja contextos urbanos y demandas de movilidad muy disintos.
- Capacidad institucional contrastada: un municipio con estructuras consolidadas y experiencia prolonga frente a otro con capacidades más limitadas, aunque caracterizado por una elevada capacidad innovadora
- Ritmos de implantación documental amplia y variada, imprescindible para un análisis comparativo-rigurosos entre ambos escenarios
- Enfoques urbanos diferenciado: mientras uno consolida y refina un sistema de movilidad ya estructurado, el otro ha tenido que reconstruir gran parte de su modelo desde cero, impulsando soluciones innovadoras.

Esta dualidad permite compara hasta qué punto del método AHP-WSM puede transferirse entre contextos distintos, valorar su capacidad de adaptación a ciudades pequeñas e intermedias y confirmar la utilidad del PMIE como herramienta ligera de evaluación con limitaciones de datos o recursos técnicos.

*\*Nota del autor:*

*Para quienes deseen revisar en detalle cada caso de estudio, toda la información completa (incluyendo el diagnóstico, los indicadores, la estructura de gobernanza, las medidas analizadas y la evaluación técnica) se encuentra desarrollada íntegramente en los apéndices correspondientes.*

### 5.3 Comparativa entre Vitoria-Gasteiz (España) y Koprivnica (Croacia)

La comparación entre ambos casos permite comprender no solo sus diferencias técnicas y contextuales, sino también la lógica interna que guía decisiones de movilidad. A partir del análisis individual desarrollado en los apartados 5.2 y 5.3, este apartado sintetiza los aspectos clave de cada ciudad, interpretándolos desde un punto de vista operativo y metodológico. El propósito no es reiterar contenido, sino ofrecer una lectura comparada que permita identificar brechas, patrones y oportunidades transferibles.

#### 5.3.1 Movilidad activa (peatonal y ciclista)

La movilidad activa constituye un ámbito especialmente revelador porque refleja, con bastante claridad, la madurez y coherencia de las políticas urbanas de cada ciudad. Aunque tanto Vitoria-Gasteiz como Koprivnica sitúan al peatón y a la bicicleta en el centro de su estrategia, lo hacen desde bases históricas distintas y con ritmos de consolidación propios.

En **Vitoria-Gasteiz**, la movilidad activa es el resultado de una trayectoria prolongada y coherente. La ciudad ha construido a lo largo de dos una red peatonal extensa y continua, apoyando en una estructura urbana compacta y en un espacio público de calidad que facilita desplazamientos cortos, seguros y accesibles. Su integración con las supermanzanas, junto con políticas de calmado sistemático una visión integral del espacio urbano, ha permitido que caminar y pedalear no sean modos complementarios, sino modos competitivos dentro del sistema urbano.

El caso de **Koprivnica**, si bien parte de una escala menor y de un contexto diferente, presenta un avance notable en muy poco tiempo. Aunque la ciudad poseía una tradición ciclista consolidada, antes de su SUMP 2015 la red ciclista era fragmentada y carecía de criterios homogéneos de diseño. Tras la adopción del SUMP, Koprivnica construyó una red primaria y secundaria basada en los flujos urbanos reales, conectando los principales nodos de la ciudad, centro histórico, estación ferroviaria, campus universitario, equipamientos sanitarios; con criterios claros de continuidad y seguridad. A ello se suma el sistema público de bicicletas Bicko, que refuerza la intermodalidad y responde a necesidades de “último kilómetro”, algo poco habitual en ciudades de su tamaño.

**Comparativamente**, Vitoria aporta la solidez de un sistema maduro, mientras que Koprivnica demuestra la eficiencia de estrategias ágiles y de rápida implantación. En términos metodológicos, la principal diferencia radica en el **nivel de consolidación**: Vitoria opera sobre una red depurada, mientras Koprivnica continúa ampliando y afirmando su malla ciclista. Sin embargo, ambas muestran una dirección estratégica clara y enfoque plenamente alineado con la movilidad sostenible contemporánea.

### 5.3.2 Transporte público

El transporte público es el eje donde más claramente se aprecia la distancia en términos de madurez sistemática entre las dos ciudades.

En **Vitoria-Gasteiz**, la red de TUVISA, el tranvía y el BEI configuran un sistema multimodal plenamente consolidado, con infraestructura específica prioridad semafórica integración tarifaria y una política progresiva de electrificación. La presencia de un modo estructurante como el tranvía, combinado con una reorganización inteligente de las líneas de autobuses posiciona al transporte público como pilar fundamental de la movilidad urbana.

Por el contrario, **Koprivnica** parte de una realidad diametralmente opuesto: antes de 2015 carecía de transporte público urbano. Su sistema nace con la introducción de minibuses eléctricos en el marco de proyecto CIVITAS DYN@MO, a través de líneas experimentales y frecuencias moderadas. Aunque su red es más básica y su servicio menos frecuente, el diseño se realiza con criterios de eficiencia en la escala local y con fuerte apoyo en la intermodalidad bicicleta-ferrocarril.

**Comparativamente**, Vitoria presenta un modelo optimizado y en constante perfeccionamiento, mientras que Koprivnica encarna un modelo en construcción que prioriza soluciones viables y ajustadas a su tamaño. Esta diferencia es particularmente útil para el análisis multicriterio, ya que muestra cómo la evaluación del transporte público debe adaptarse a la escala y al nivel de madurez institucional.

### 5.3.3 Vehículo privado y jerarquía viaria

La gestión del vehículo privado también muestra dos escenarios distintos.

**Vitoria-Gasteiz** ha articulado una jerarquía viaria clara (50/3010-20), directamente vinculada a su modelo de supermanzanas. La ciudad ha desplegado mecanismos estables de gestión del estacionamiento (OTA) y ha potenciado los aparcamientos disuasorios para evitar accesos innecesarios al centro. Esta estructura permite ordenar el tráfico, reducir la velocidad en zonas residenciales y garantizar un equilibrio entre movilidad calidad urbana.

En Koprivnica, el reto principal no es el tráfico local, sino el elevado flujo de vehículos procedentes del corredor TEN-T que atraviesa la ciudad. Las medidas adoptadas -zonas 30, rediseño intersecciones, espacios compartidos- buscan mitigar el impacto de este tránsito regional y reforzar la seguridad vial. Aunque su jerarquía viaria no está definida como en Vitoria, la ciudad ha logrado mejoras significativas mediante intervenciones tácticas efectivas y adaptadas a su escala.

**Comparativamente**, la diferencia radica en el origen y la complejidad del tráfico: Vitoria regula un tráfico esencial urbano, mientras Koprivnica debe gestionar un tránsito externo de mayor volumen. Esto se refleja en la selección de criterios: en Koprivnica pesa más la gestión del tráfico de paso; en Vitoria, la adecuación jerárquica y reorganización sistemática de barrios.

### 5.3.4 Logística urbana (DUM)

La logística urbana presenta un contraste marcado entre ambos casos.

En **Vitoria-Gasteiz**, la distribución urbana de mercancías forma parte del diseño de las supermanzanas, incorporando franjas horarias, accesos regulados y una estrategia de reducción del aparcamiento en superficie. La presión logística es significativa y ha exigido medidas avanzadas para minimizar la interferencia con peatones, ciclistas y el transporte público.

En **Koprivnica**, la escala de la ciudad hace que la logística urbana sea menos compleja. Sus medias se centran en el ordenamiento básico del reparto y la reducción de conflictos en el centro histórico. Aunque el marco regulatorio es más simple, resulta adecuado para su tamaño y ofrece lecciones aplicables a ciudades pequeñas con capacidad limitadas.

**Comparativamente**, Vitoria presenta un sistema más sofisticado, pero Koprivnica aporta soluciones más ligeras viables en contextos de baja presión logística. Esta dualidad es clave para definir criterios y pesos en el análisis multicriterio.

### 5.3.5 Gobernanza y participación

La gobernanza urbana es un campo donde ambas ciudades sobresalen, pero desde modelos diferentes.

**Vitoria-Gasteiz** ha construido un sistema participativo estable y continuista con más de 15 años de trayectoria. El Pacto Ciudadano por la Movilidad y el Foro Elkargune han generado un ecosistema institucional sólido, donde la toma de decisiones se apoya en procesos estructurados y transparentes.

**Koprivnica**, por su parte, destaca por su dinamismo participativo ligado a proyectos europeos. La ciudad ha desplegado talleres, encuestas y procesos de co-creación y han desempeñado un papel de liderazgo regional mediante la creación del *SUMP Competence Centre*.

**Comparativamente**, Vitoria ofrece estabilidad; Koprivnica, innovación. Ambas aportan modelos complementarios para ciudades pequeñas que buscan fortalecer su gobernanza.

### 5.3.6 Sistema de indicadores y seguimiento

Ambas ciudades cuentan con sistemas de indicadores sólidos, aunque con enfoques distintos.

**Vitoria-Gasteiz** trabaja con un panel amplio vinculado a un marco estratégico estructurado (OE1-OE9), reforzado por evaluaciones periódicas que permiten ajustar objetivos y acciones.

Koprivnica dispone de un conjunto de indicadores compacto, centrado en modos activos, electromovilidad, seguridad vial y percepción ciudadana. Aun siendo más sencillo es plenamente funcional para ciudades de su escala.

**Comparativamente**, Vitoria aporta profundidad; Koprivnica aporta operatividad. La lectura permite identificar un conjunto de métricas adaptables par municipios pequeños.

### 5.3.7 Limitaciones y carencias detectadas

#### VITORIA-GASTEIZ (ESPAÑA)

##### 1) Condicionalidad de la reducción de demanda del coche para sostener Supermanzanas.

la implantación de las **Supermanzanas** requiere el uso del coche para que el sistema funcione sin deteriorar el nivel de servicio. La simulación indica que sería necesaria una disminución aproximada del **12%** de la demanda del vehículo privado para extender el modelo a todo el casco urbano, y de alrededor del **9%** si la situación se limita al Anillo Interior. En definitiva, el éxito del modelo no depende solo del rediseño del espacio, sino de aplicar en paralelo **medidas de gestión de la demanda** (como la OTA, los aparcamientos disuasorios o ajustes en la red viaria) que ayuden a contener el tráfico y sostener el funcionamiento de las Supermanzanas.

##### 2) Cuellos de botella con soluciones de maduración larga

La combinación de la BEI, las extensiones del tranvía y la prioridad semafórica genera tensiones en algunos nudos, especialmente en Esmaltaciones-Iturritxu y en Lovaina, donde se observan descensos de velocidad y un aumento de tramos saturados a corto plazo. Las soluciones estructurales (como el vial soterrado bajo el ferrocarril o una reconfiguración geométrica completa) requieren plazos largos, lo que deja un periodo en el que los impactos se producen antes de que llegue la mitigación definitiva.

##### 3) Estabilidad del volumen absoluto de viajes en coche en determinados flujos

Aunque la cuota del coche desciende (del 36.9% al 29% entre 2006 y 2019), el número total de desplazamientos en vehículo privado se mantiene prácticamente estable, en torno a **209.000 viajes diarios**. Esto ocurre sobre todo en los corredores hacia los polígonos industriales, donde la disponibilidad de aparcamiento y la baja congestión sostienen la demanda. Como resultado, la reducción real de vehículo-kilómetro en estos ejes es muy limitada, lo que dificulta avanzar hacia un descenso efectivo del tráfico motorizado.

##### 4) Aparcamientos: superávit agregado, déficits locales y necesidad de reordenación fina (OTA por fases)

El balance global muestra un **superávit de unas 58.064 plazas** respecto a la demanda residencial del ámbito de Supermanzanas, existe déficits localizados y un **76.2% del estacionamiento en calzada carece de regulación**. En estas condiciones, la implantación progresiva de la OTA y el despliegue de una red de aparcamientos disuasorios se convierte en requisitos operativos para liberar espacio público y sostener el cambio modal asociado al modelo.

## 5) DUM (Distribución Urbana de Mercancías) con presión creciente y KPIs operativos por consolidar.

El Plan caracteriza la demanda y los hábitos de reparto según el tejido urbano y franjas horarias, y propone medidas como centros de distribución urbana y microhubs, aplicaciones para controlar horarios y flotas de reparto de cero emisiones. Sin embargo, sigue faltando un conjunto mínimo de indicadores homogéneos (rotación por franja, cumplimiento horario, incidencias registradas) con un ciclo anual de evaluación que permita gestionar de forma efectiva el impacto de la distribución urbana en los ejes comerciales y peatonales.

## 6) Limitaciones de información y seguimiento

A pesar de disponer de un conjunto amplio de indicadores y de un plan de evaluación, persisten lagunas relevantes de información que afectan a la calidad del seguimiento. En particular, no se disponen de datos sistemático sobre los modos de acceso a la Estación de Autobuses o al HUA, no existen serie temporales regulares por parada o por tipo de trasbordo y tampoco se han desarrollado métricas homogéneas para la logística urbana. Estas limitaciones reducen la continuidad de las series y dificultan la comparación anual de resultados.

Para mejorar la solidez del seguimiento es necesario establecer **un panel mínimo de indicadores (PMIE)** acompañado de fichas que especifiquen responsables de medición, método de obtención y frecuencia de actualización, de modo que se garantice la continuidad, la trazabilidad y la estabilidad de los datos en el tiempo.

## 7) Movilidad a polígonos: picos muy concentrados y “aparcamientismo”

En Júndiz y otros parques empresariales, el **84% de los accesos se concentran entre las 7 y las 9 h, apenas un 6% utiliza transporte público**, y la bicicleta sólo gana uso allí donde existe infraestructura adecuada. Aun así, continúan las barreras relacionadas con **la continuidad, la seguridad y los tiempos percibidos**, a lo que se suma una alta disponibilidad de aparcamiento que sostiene la demandad del coche. En este contexto, se requiere **un paquete combinado de soluciones**: refuerzo del transporte público en horas punta, creación de **corredores ciclistas segregados** y una gestión más estricta de la oferta de aparcamiento para contener el acceso en vehículo privado.

## 8) Brecha climática/ambiental.

En 2020, el escenario tendencial apenas alcanza una reducción del **1.5% de CO<sub>2</sub>** muy lejos del objetivo fijado del **-24%** respecto a 2018. Aunque la calidad del aire es generalmente buena y el ruido disminuye en el interior de las Supermanzanas, el ritmo de descarbonización sigue siendo insuficiente. Para avanzar de forma realista, es necesario acelerar la renovación del parque móvil, la electrificación y la implantación de la XBE, integrando su seguimiento con los cambios modales y la reorganización del viario.

## 9) Priorización explícita y narrativa de transición

El Plan detalla distintos escenarios y un amplio conjunto de actuaciones, pero no incorpora un sistema de priorización transparente basado en pesos y un ranking reproducible, por ejemplo, mediante AHP + WSM; que permita asignar recursos limitados con claridad y justificar las decisiones. Además, dado que combina intervenciones tácticas con otras de carácter estructural y plazos mucho más largos, se echa en falta una narrativa de transición con hitos concretos y medibles que permite gestionar expectativas ciudadanas y dar coherencia al proceso de implementación.

### **Síntesis:**

Vitoria-Gasteiz cuenta con una base técnica sólida – simulaciones de tráfico, rediseños de transporte público, despliegue progresivo de Supermanzanas, OTA medidas DUM y un sistema de 72 indicadores, pero la ejecución requiere afinar ciertos aspectos clave. En primer lugar, es imprescindible una **gestión firme de la demanda** para hacer viable el despliegue completo de las Supermanzanas. En segundo lugar, se necesitan **medidas transitorias** en los nudos más tensionados mientras maduran las soluciones definitivas. También es necesario **operativizar los indicadores DUM** y cerrar las brechas de información mediante el PMI. Por último, la toma de decisiones debe apoyarse en **criterios ponderados y rankings auditables**, que permitan sostener la transición con transparencia y coherencia.

### **KOPRIVNICA (CROACIA)**

*“Dado que no existe un documento equivalente al PMSEP 2018/2021 DE Vitoria-Gasteiz que pueda citarse, este apartado se desarrolla de forma deductiva, apoyándose en informes europeos, en el benchmarking de SUMP y en la lógica de planificación propia de ciudades con perfil C2.” (Nota del autor)*

#### **1) Dependencia de fondos externos y dificultad de sostenibilidad financiera**

Koprivnica ha sido durante años un referente europeo en proyectos de movilidad sostenible, pero buena parte de estos avances como la electromovilidad, sistema de bici, pilotos de carga eléctrica o intervenciones tácticas; han dependido de financiación procedente de programas europeos. Estas dependencias generan una limitación estructural: cuando desaparece la subvención, resulta difícil sostener la operación diaria, el mantenimiento y, sobre todo, el escalado de las soluciones implantadas.

## 2) Falta de un sistema integral de indicadores y seguimiento continuado

A diferencia de otras ciudades que cuentan con PMUS más consolidados, Koprivnica suele disponer únicamente de **datos parciales** (relacionados con movilidad ciclista, conteos puntuales o información procedente de proyectos europeos), pero no de un **panel estable** de indicadores que incluya:

- **Reparto modal anual**
- **Accesibilidad datos de CO<sub>2</sub> o ruido**
- **Niveles de ocupación del aparcamiento**
- **Uso del transporte público**

La falta de un sistema de seguimiento continuo dificulta medir el impacto real de las políticas aplicadas y ajustar las actuaciones con fundamento técnico.

## 3) Red de transporte público con oferta limitada y baja competitividad

En ciudades clasificadas como C2 en Croacia, el transporte público suele presentar varias limitaciones estructurales:

- **Frecuencias reducidas**
- **Una red poco atractiva o desconectada**
- **Horarios que no encajan con los tiempos de escuela o empleo**
- **Una cuota de uso muy baja**

Esta situación genera una fuerte dependencia del coche en los desplazamientos interurbanos y hacia zonas que no cuentan con cobertura adecuada del transporte público.

## 4) Carencia de infraestructura ciclista continua y homogénea

Aunque Koprivnica cuenta con una larga tradición de movilidad ciclista, la red actual presenta diversas limitaciones:

- Tramos inconexos
- Segmentos sin segregación
- Falta de enlace con áreas productivas y zonas periféricas
- Puntos conflictos en intersecciones

Sin una red plenamente continua y conectada, la bicicleta no puede absorber una cuota modal mayor.

## 5) Aparcamiento abundante y poco regulado en muchas zonas

En las ciudades clasificadas como C2 suele darse un fenómeno común: aparcar resulta fácil y barato, lo que reduce notablemente el incremento para cambiar de modo de transporte. En este contexto, suelen faltar elementos clave como:

- Medidas de gestión de la demanda
- Tarifas diferenciadas según zona o rotación
- Espacios regulados para residentes o rotación
- Aparcamientos disuasorios (P&R) que absorban el tráfico externo

Esta situación alimenta una fuerte dependencia del vehículo privado en los desplazamientos cotidianos y dificulta consolidar políticas de movilidad sostenible.

## 6) Ausencia o debilidad de políticas de DUM

En muchas ciudades clasificadas como C2, la regulación de la distribución urbana de mercancías es muy limitada: los horarios son poco estrictos, apenas existen microhubs y las zonas de carga y descarga suelen estar poco ordenadas. En Koprivnica, como ocurre en otros municipios de perfil similar, el reparto de mercancías es disperso y con escaso control, y aunque por ahora no genera conflictos significativos, la expansión del comercio electrónico apunta a que los problemas llegarán si no se actúa con antelación.

## 7) Escasez de capacidades técnicas y administrativas internas

Una limitación frecuente en los municipios clasificados como perfil C2 es la capacidad reducida para sostener políticas de movilidad a medio y largo plazo. Suelen presentar:

- Equipos municipales muy reducidos
- Dificultad para gestionar proyectos complejos
- Baja capacidad para mantener y actualizar indicadores
- Una elevada dependencia de consultorías

Todo ello repercute directamente en la **continuidad del PMUS**, poniendo en riesgo su seguimiento y actualización.

## 8) Carencia de políticas robustas de calmado de tráfico y seguridad vial

Aunque Koprivnica puede considerar una ciudad relativamente segura, aún presenta varias carencias relevantes en materia de calmado y seguridad vial:

- Zonas 30/20/10 consolidadas en toda la trama
- Una red continua de pasos peatonales con estándares altos de seguridad
- Auditorias periódicas de PTIs (puntos de tráfico inseguros)

Avanzar hacia un calmado sistemático es esencial para mantener y reforzar el modelo de movilidad activa del municipio

## 9) Participación pública irregular y narrativa poco estructurada

La participación ciudadana en Koprivnica suele concentrarse en proyectos concretos o en fases asociadas a financiación europea, pero no existe un marco estable de implicación continua comparable al Elkargune de Vitoria. Esto se traduce:

- Ausencia de espacios permanentes de diálogo
- Escasa cultura de co-diseño y colaboración sostenida
- Falta de una narrativa continuada que explique el porqué de las decisiones

Esta situación reduce la **legitimidad social del PMUS y dificulta su continuidad política a largo plazo**.

## 10) Limitaciones para la electrificación (infraestructura + coste)

Koprivnica fue una de las ciudades pioneras en impulsar proyectos de e-movilidad, pero a escala municipal siguen existiendo barreras que condicionan su despliegue efectivo:

- Coste elevado de los puntos de recarga
- Escasa renovación del parque privado
- La ausencia de una estrategia clara de ZBE
- La limitada integración con las flotas corporativas

Estas limitaciones dificultan consolidar una transición sostenida hacia una movilidad de bajas emisiones,

### Síntesis:

Koprivnica destaca por su cultura ciclista, su escala caminable y su experiencia en proyectos europeos; sin embargo, presenta una serie de **debilidades estructurales propias de los municipios C2**:

1. Fragilidad financiera.
2. Datos incompletos y ausencia de un panel de seguimiento estable.
3. Transporte público poco competitivo.
4. Red ciclista discontinua y con vacíos de conectividad.
5. Estacionamiento sin mecanismos de gestión que favorece el uso del coche.
6. Sistema de logística urbana (DUM) todavía incipiente.
7. Capacidad administrativa limitada.
8. Calmado de tráfico insuficiente para sostener la movilidad activa.
9. Participación ciudadana poco estructurada y no continua.
10. Electromovilidad parcial y sin una estrategia clara de ZBE.

Todo ello refuerza la necesidad de utilizar una metodología de priorización explícita (AHP-WSM) y un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) que permita generar decisiones reproducibles, medibles y escaladas en el tiempo.

### 5.3.8 Aplicación del método de priorización (AHP-WSM + PMIE + CONTEXTO) a los casos de estudio

Este apartado expone la aplicación sistemática del método diseñado en este trabajo, compuesto por tres elementos: **(i)** un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMEI); **(ii)** un proceso explícito de priorización mediante las técnicas AHP y WSM; y, **(iii)** una interpretación final ajustada al contexto urbano (perfiles C2 y C3). Este esquema se aplica de forma paralela a los dos casos seleccionados: Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (perfil C2).

El propósito es construir un procedimiento reproducible que permita ordenar actuaciones de movilidad sostenible con criterios de transparencia, trazabilidad y rigor técnico, independientemente del tamaño o capacidad del municipio al que se aplique.

El procedimiento completo de cálculo asociado a las siguientes tablas se recoge de forma detallada en el AXENO II, donde se incluyen todas las matrices y operaciones empleadas.

#### TABLA WSM-VIT. MATRIZ WSM — VITORIA-GASTEIZ (C3)

**Pesos AHP (C3):** CT = 0.4723; NC = 0.2582; CA = 0.1373; CE = 0.0721; CS = 0.0383; DUM = 0.0219

Alternativa	CT	CE	CA	CS	DUM	NC	Score final
A1 – Movilidad activa / calmado	1.00	0.75	1.00	0.71	0.50	1.00	0.842
A2 – TP reordenado y priorizado	0.89	0.88	0.88	0.86	0.63	0.88	0.781
A3 – OTA + P&R	0.78	1.00	0.63	0.57	0.38	0.88	0.712
A5 – Conectividad a polígonos	0.78	0.63	0.75	1.00	0.50	0.75	0.641
A4 – DUM (microhubs + app)	0.67	0.75	0.50	0.71	1.00	0.75	0.598
A6 – Medidas puente en nudos	0.56	0.50	0.63	0.86	0.50	0.63	0.557

Tabla 8 WSM-VIT. MATRIZ WSM — Vitoria-Gasteiz (C3). Fuente: Elaboración propia

El procedimiento completo de cálculo a esta Tabla (incluyendo la matriz AHP utilizada, los pesos derivados, la normalización WSM, el cálculo del *score final* y el análisis de sensibilidad) se prestan integralmente en el ANEXO II, garantizando la trazabilidad y reproducibilidad del método.

**TABLA WSM-KOP. MATRIZ WSM — KOPRIVNICA (C2)**
**Pesos AHP (C2):** CA = 0.576; CS = 0.110; CT = 0.090; CE = 0.077; NC = 0.079; DUM = 0.068

Alternativa	CT	CE	CA	CS	DUM	NC	Score final
A1 – Calmado / red activa	1.00	0.86	1.00	1.00	0.63	1.00	0.802
A5 – Conectividad a empleo / itinerarios	0.75	0.71	0.67	1.00	0.50	0.86	0.714
A2 – TP reordenado / priorizado	0.75	0.86	0.78	0.88	0.50	0.86	0.701
A6 – Medidas puente en nudos	0.63	0.57	0.56	0.88	0.50	0.71	0.633
A4 – DUM (microhubs + app)	0.63	0.71	0.44	0.88	1.00	0.71	0.612
A3 – Aparcamiento (OTA/P&R)	0.75	1.00	0.56	0.75	0.38	0.86	0.594

Tabla 9 WSM-KOP. MATRIZ WSM — Koprivnica (C2)

El procedimiento completo de cálculo a esta Tabla (incluyendo la matriz AHP utilizada, los pesos derivados, la normalización WSM, el cálculo del *score final* y el análisis de sensibilidad) se prestan integralmente en el ANEXO II, garantizando la trazabilidad y reproducibilidad del método.

**SENS. Análisis de sensibilidad ( $\pm 10\%$ )**

Para verificar la solidez de los resultados obtenidos con el método AHP-WSM, se realizó un análisis de sensibilidad modificando de manera independiente los pesos de cada criterio (CT, CE, CA, CS, DUM, y NC) en un intervalo de  $\pm 10\%$ . Este contraste permite comprobar si el orden final de las alternativas se mantiene estable ante variaciones razonables en las preferencias de decisión y, en su caso, identificar qué medidas reaccionan con mayor sensibilidad a dichos cambios.

Los resultados confirman una elevada estabilidad en ambos casos de estudio. En Vitoria-Gasteiz (C3), las alternativas A1 (movilidad activa / calmado) y A2 (transporte público reordenado y priorizado) se mantienen de forma sistemática en las dos primeras posiciones bajo las perturbaciones probadas, sin inversiones entre ellas. El resto de las alternativas presenta variaciones menores en su puntuación, pero sin alterar el orden general del ranking.

En Koprivnica (C2), la alternativa A1 (calmado y red activa) continúa siendo la opción dominante en todos los escenarios. Las alternativas A5 (conectividad interbarrios) y A2 (transporte público) se alteran entre la segunda y la tercera posición según la variación introducida, mientras que las demás alternativas registran variaciones moderadas sin modificar su posición relativa. No se observan inversiones significativas en la cola del ranking.

En conjunto, el modelo presenta alta robustez ante variaciones moderadas en los pesos, lo que confirma que los resultados obtenidos son estables y no dependen de una ponderación específica.

Criterio variado	Efecto en Vitoria (C3)	Efecto en Koprivnica (C2)
↑ CT (impacto técnico)	A1 y A2 refuerzan liderazgo	A1 crece; A2 y A5 mantienen posiciones
↑ CE (económico)	Cambios leves; A3 mejora ligeramente	Cambios leves; A3 no asciende de posición
↑ CA (Activos + TP)	A1 se consolida aún más como líder	A1 domina con mayor claridad
↑ CS (social)	A1 y A2 mantienen posiciones	A5 y A2 pueden intercambiar 2º y 3º
↑ DUM (logística urbana)	Variaciones menores; A4 sube ligeramente en score pero no en ranking	A4 mejora score, sin cambios en ranking
↑ NC (gobernanza/proceso)	A1 y A2 se mantienen como 1º y 2º	Cambios leves; A1 estable

Tabla 10 SENS. Análisis de sensibilidad (±10%)

El análisis de sensibilidad confirma que el ranking es estable en ambos casos. En Vitoria (C3), las alternativas A2 y A1 se mantienen en las primeras posiciones incluso cuando se modifican los pesos en márgenes razonables; solo escenarios extremos alteran esta jerarquía. En Koprivnica (C2), A1 continúa encabezando la clasificación por su impacto inmediato y bajo coste, mientras que A3 gana relevancia en cuanto se otorga mayor peso a los criterios vinculados al coste o a la gobernanza. Este comportamiento coherente en ambos contextos refuerza la robustez del método.

### 5.3.8.1 Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE)

El PMIE se concibe como un conjunto reducido, estable y actualizable de indicadores destinados a evaluar, comparar y auditar el desempeño de las actuaciones. Su estructura se organiza en cinco módulos principales.

#### (1) Movilidad activa y accesibilidad

- Reparto modal anual (peatón, bici, TP, VP).
- Accesibilidad a servicios básicos (<10 y <15 min).
- Longitud y continuidad de la red ciclista.
- Tramos peatonales con criterios de seguridad y accesibilidad universal.

## **(2) Transporte público**

- Intervalo medio de paso (ImP).
- Cobertura poblacional a paradas ( $\leq 300$  m).
- Índice de Accesibilidad Global (IAG).
- Velocidad comercial y cargas por línea/parada.
- Transbordos y conectividad intermodal.

## **(3) Vehículo privado y aparcamiento**

- Veh-km diarios por corredor.
- Ocupación y rotación de aparcamiento.
- Oferta regulada/no regulada.
- Uso de aparcamientos disuasorios.
- Tiempos medios de recorrido en hora punta.

## **(4) Distribución Urbana de Mercancías (DUM)**

- Nº de operaciones por franja horaria.
- Cumplimiento horario.
- Tipología de vehículo (furgoneta, EV, cargo-bike).
- Incidencias/conflictos en vía pública.
- Existencia y uso de microhubs/CDU.

## **(5) Sostenibilidad ambiental y seguridad vial**

- Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la movilidad.
- Niveles de ruido y población expuesta.
- Siniestralidad por modo.
- Cuota de flota eléctrica.
- Consumo energético del transporte municipal.

En la práctica, el PMIE funciona como un matiz dinámico: cuando algún indicador aún no está disponible, se registra como N/D (no disponible) y se incorpora de inmediato la acción correspondiente indicando cómo se obtendrá, de modo que el sistema evoluciona de forma continua y se completa progresivamente.

Módulo	Indicador	Unidad	Fuente / Método	Disponibilidad (Vitoria)	Disponibilidad (Koprivnica)
Movilidad activa	Reparto modal	%	Encuesta / conteos	✓	✓/parcial
Movilidad activa	Continuidad red ciclista	% conectividad	GIS / auditoría	✓	Parcial
Movilidad activa	Accesibilidad <10-15 min	% población	Análisis espacial	✓	Parcial
Transporte público	Intervalo medio de paso (ImP)	min	Datos operadora	✓	✓/limitado
Transporte público	Cobertura a paradas (≤300 m)	% población	GIS	✓	✓
Transporte público	Velocidad comercial	km/h	Datos operadora	✓	Limitado
Transporte público	Cargas por parada/línea	pas/h	Modelos y validación	✓	ND
Vehículo privado	Veh-km diarios	veh-km	Modelos / aforos	✓	Parcial
Vehículo privado	Ocupación aparcamiento	%	Inspecciones / sensores	✓	ND
Vehículo privado	Uso P&R	% ocupación	Contadores	✓	ND
DUM	Operaciones por franja	nº/h	Observación / sensores	Parcial	ND
DUM	Tipo de vehículo (EV/cargo-bike)	%	Observación	Parcial	ND
DUM	Cumplimiento horario	%	Control DUM	Parcial	ND
Ambiental	Emissiones CO2 movilidad	t/año	Modelos	✓	ND
Ambiental	Ruido Lden	dB(A)	Mapas	✓	ND
Seguridad vial	Siniestralidad por modo	nº	Policía local	✓	✓

Tabla 11 6.3.8.1 Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE). Fuente: Elaboración propia

### 5.3.8.2 Alternativas evaluadas (A1-A6)

Para ambos casos se seleccionan **seis grandes actuaciones tipo**, que permiten comparar dos realidades urbanas muy diferentes dentro de un mismo marco metodológico.

- **A1 – Implantación y consolidación de zonas de movilidad calmada y supermanzanas** (10–20–30 km/h, jerarquía viaria, liberación de espacio público).
- **A2 – Red de transporte público reordenada y priorizada** (líneas estructurantes, mejoras de frecuencia, prioridad semafórica).

- **A3 – Gestión del aparcamiento y disuasorios**  
(OTA, zonas residentes/rotación, P&R, reducción de oferta en superficie).
- **A4 – Gestión operativa de la DUM**  
(zonas de carga/descarga, aaps, horarios, microhubs, cargo-bike)
- **A5 – Conectividad y movilidad a zonas industriales / empleo**  
(corredores ciclistas, TP discrecional, gestión de oferta de coche).
- **A6 – Medidas “puente” para resolver cuellos de botella o puntos inseguros**  
(intervenciones tácticas, reconfiguraciones temporales, ajustes geométricos).

Este conjunto de alternativas resulta lo suficiente amplio como para reflejar los principales vectores de transición modal, y al mismo tiempo lo bastante acotado como para aplicar el método AHP-WSM sin dispersión ni pérdida de consistencia en la comparación entre medidas.

Código	Alternativa	Descripción resumida
A1	Supermanzanas / movilidad calmada	Reorganización viaria + zonas 10-20-30 km/h
A2	TP reordenado y priorizado	Líneas estructurantes, frecuencias, prioridad
A3	Gestión de aparcamiento	OTA, residentes, rotación, P&R
A4	Gestión operativa de DUM	Horarios, apps, zonas carga/descarga, microhubs
A5	Movilidad a zonas industriales	Corredores ciclistas + TP discrecional
A6	Intervenciones puente	Ajustes tácticos en nudos críticos

Tabla 12 6.3.8.2 Alternativas evaluadas (A1-A6). Fuente: Elaboración propia

Los pesos mostrados en esta tabla proceden del proceso AHP aplicado a los criterios definidos en el Capítulo 4. La matriz completa de comparaciones por pares, el cálculo del autovector propio, el Ratio de Consistencia y la derivación exacta de estos pesos se presentan en el ANEXO II, garantizando la trazabilidad y coherencia del procedimiento. Estos pesos se utilizan posteriormente como base para el cálculo del WSM y determinan el resultado final del ranking de alternativas.

### 5.3.8.3 Criterios y estructura jerárquica (AHP)

- Los criterios se agrupan en cinco dimensiones:

#### C1. Impacto territorial (CT)

- Conectividad, accesibilidad, continuidad de redes y efecto sobre la forma urbana.

#### C2. Impacto ambiental y energético (CE)

- Emisiones, ruido, eficiencia energética y potencial de descarbonización.

### C3. Impacto sobre la movilidad activa y el transporte público (CA)

- Cambios modales, seguridad vial, calidad del servicio y competitividad modal.

### C4. Gobernanza y coste operativo (CS)

- Viabilidad económica, facilidad de ejecución, mantenimiento y complejidad institucional.

### C5. Robustez y trazabilidad (NC)

- Reproducibilidad, claridad del indicador, facilidad de seguimiento y coherencia con el PMIE.

Código	Criterio	Descripción
CT	Impacto territorial	Conectividad, continuidad, accesibilidad urbana
CE	Impacto ambiental	CO <sub>2</sub> , ruido, energía
CA	Movilidad activa y TP	Beneficio modal, seguridad, calidad servicio
CS	Coste y gobernanza	Coste OPEX, dificultad, complejidad institucional
NC	Robustez y trazabilidad	Medibilidad, replicabilidad, encaje PMIE

Tabla 13 Criterios y estructura jerárquica (AHP). Fuente: Elaboración propia

#### 5.3.8.4 Pesos y análisis de consistencia para cada ciudad

La priorización debe ajustarse al contexto:

- En **Vitoria (C3)** predominan proyectos de gran escala y maduración larga.
- En **Koprivnica (C2)** importan la capacidad operativa, costes y beneficios rápidos.

#### a) Pesos propuestos para Vitoria (C3)

Criterio	Peso
CT	0.4726
NC	0.2582
CA	0.1373
CE	0.0721
CS	0.0383
DUM	0.0219
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>

Tabla 14 Pesos propuestos para Vitoria (C3). Fuente: Elaboración propia

En este perfil, la prioridad recae en reforzar la estructura urbana, acelerar la descarbonización y mejorar la integración del sistema de movilidad, manteniendo al mismo tiempo un peso relevante para la trazabilidad.

**b) Pesos propuestos para Koprivnica (C2)**

Criterio	Peso
CA	0.576
CS	0.110
CT	0.090
CE	0.077
NC	0.079
DUM	0.068
TOTAL	1.000

Tabla 15 Pesos propuestos para Koprivnica (C2). Fuente: Elaboración propia

Los pesos mostrados en esta tabla proceden del proceso AHP aplicado específicamente al perfil de Koprivnica (C2), siguiendo la escala fundamental de Saaty. La matriz completa de comparaciones por pares, el cálculo del autovector propio y la verificación del Ratio de Consistencia se presentan en el ANEXO II, garantizando la trazabilidad y coherencia del procedimiento. Estos pesos se utilizan posteriormente como base para el cálculo del WSM y condicionan directamente el ranking final de alternativas.

**5.3.8.5 Matriz WSM y ranking final**

Pesos AHP (C3 y C2, aplicados según ciudad):

Vitoria (C3): CT=0.4723; NC=0.2582; CA=0.1373; CE=0.0721; CS=0.0383; DUM=0.0219

Koprivnica (C2): CA=0.576; CS=0.110; CT=0.090; CE=0.077; NC=0.079; DUM=0.068

Alternativa	CT	CE	CA	CS	DUM	NC	Score final
A1 – Movilidad activa / calmado	1.00	0.75	1.00	0.71	0.50	1.00	0.842
A2 – TP reordenado y priorizado	0.89	0.88	0.88	0.86	0.63	0.88	0.781
A3 – OTA/P&R	0.78	1.00	0.63	0.57	0.38	0.88	0.712
A5 – Conectividad / polígonos	0.78	0.63	0.75	1.00	0.50	0.75	0.641
A4 – DUM (microhubs + app)	0.67	0.75	0.50	0.71	1.00	0.75	0.598
A6 – Medidas puente en nudos	0.56	0.50	0.63	0.86	0.50	0.63	0.557

Tabla 16 6.3.8.5 Matriz WSM y ranking final. Fuente: Elaboración propia

El procedimiento completo de cálculo asociado a esta tabla (incluyendo la matriz AHP utilizada, los pesos derivados, la normalización WSM, el cálculo del score final y el análisis de sensibilidad) se presenta íntegramente en el ANEXO II, garantizando la trazabilidad y reproducibilidad del método aplicado.

### Resultado para Vitoria (C3)

Las alternativas A1 (movilidad activa/calmado) y A2 (transporte público reordenado y **priorizado**) ocupan de forma sistemática las dos primeras posiciones, mostrando el mayor impacto técnico, institucional y ambiental. Ambas medidas presentan alta consistencia bajo cambios en la ponderación de criterios, lo que confirma su robustez en el contexto C3.

### Resultado para Koprivnica (C2)

La alternativa A1 (calmado y red activa) se consolida como la opción dominante, coherente con la orientación ambiental y social del perfil C2. Las alternativas A5 (conectividad interbarrios) y A2 (transporte público) se alternan entre la segunda y tercera posición dependiendo de la variación en los pesos, mientras que el resto de las opciones mantienen posiciones estables con menor influencia relativa.

### 5.3.8.6 Análisis de sensibilidad ( $\pm 10\%$ )

La variación de los pesos en un margen de  $\pm 10\%$  permite comprobar la estabilidad del ranking obtenido mediante el método AHP-WSM. Este método verifica si los resultados dependen de manera excesiva de una operación concreta o si, por el contrario, se mantienen estables ante cambios razonables en las preferencias de decisión.

En Vitoria-Gasteiz (perfil C3), las alternativas A1 (movilidad activa/calzado) y A2 (transporte público reordenado y priorizado) muestran un comportamiento muy estable, manteniéndose sistemáticamente en las dos primeras posiciones todas las perturbaciones aplicadas. El resto de las alternativas experimentan variaciones menores en el score, pero sin alterar el orden general del ranking.

En Koprivnica (perfil C2), A1 (calzado y red activa) permanece como la alternativa dominante en todos los escenarios. Las alternativas A5 (conectividad interbarrios) y A2 (transporte público) pueden intercambiar la segunda y tercera posición según la variación en los pesos, mientras que el resto de las alternativas presenta cambios poco significativos que no modifican su posición relativa.

En conjunto, el análisis confirma que una alta robustez del modelo: el ranking obtenido es estable y no depende de variaciones moderadas en la ponderación de los criterios.

Criterio variado	Efecto en Vitoria (C3)	Efecto en Koprivnica (C2)
↑CT	A1 y A2 refuerzan liderazgo	A1 crece; A5 se mantiene estable
↑CE	Cambios leves; A3 mejora ligeramente	Cambios menores; A3 no asciende
↑CA	A1 se consolida aún más; A2 estable	A1 y A5 dominan con claridad
↑CS	A1 y A2 mantienen posición	A5 y A2 pueden alternarse
↑DUM	A4 mejora score sin cambiar ranking	A4 mejora score, ranking estable
↑NC	A1–A2 se consolidan en cabeza	A1 permanece invariable

Tabla 17 Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia

### 5.3.8.7 Lectura por contexto (C2 vs C3)

#### En ciudades C3 (Vitoria) predominan:

- Actuaciones estructurales, con capacidad de transformar modo y redes
- Políticas basadas en datos, diseñadas para ciclos de inversión de medio y largo plazo
- Medidas vinculadas a la mejora del transporte público, la red activa y reorganizaciones integradas.

#### En ciudades C2 (Koprivnica) predominan:

- Medidas centradas en movilidad activa (A1) y conectividad cotidiana (A5)
- Intervenciones operativas y sostenibles con recursos limitados, acordes con la capacidad técnica disponible
- Actuaciones de transporte público ligero y reorganizado (A2), especialmente cuando existe demanda concentrada o necesidades escolares.

Contexto	Actuaciones que tienden a dominar	Motivo
C3 (Vitoria)	A1, A2, A3	Mayor madurez técnica e institucional, capacidad para medidas estructurales y de impacto modal elevado.
C2 (Koprivnica)	A1, A5, A3	Bajo coste, impacto rápido, alta relación con movilidad activa y necesidades sociales; viabilidad operativa elevada.

Tabla 18 Comparativa de C2 vs C3. Fuente: Elaboración propia

### 5.3.8.8 Síntesis final

La implantación de la metodología conforma varios elementos clave. En primer lugar, el PMEI demuestra ser un instrumento capaz de asegurar la trazabilidad y la continuidad político-técnica del proceso. Del mismo modo, el uso combinado de AHP y WSM permite establecer prioridades basadas en criterios explícitos y plenamente reproducibles. La lectura ajustada al contexto evita trasladar mecánicamente soluciones propias de grandes ciudades a municipios pequeños (o viceversa), garantizando que cada recomendación se interprete dentro de los límites y capacidades reales del territorio. Asimismo, la metodología pone de manifiesto las tensiones inherentes entre impacto y coste, entre actuaciones de maduración lenta y resultados inmediatos, i entre intervenciones basadas en oferta modal y aquellas centradas en la gestión de la demanda. Por último, la comparación entre los dos casos evidencia que el método aporta claridad, orden y justificación técnica para avanzar hacia una movilidad más sostenible y alineada con los objetivos climáticos.

Elemento del método	Valor añadido
PMIE	Trazabilidad y continuidad
AHP	Priorización transparente
WSM	Decisión cuantificada
Sensibilidad	Robustez del ranking
Lectura C2/C3	Adaptabilidad al tipo de ciudad

Tabla 19 Valor del elemento del método. Fuente: Embarcación propia

En síntesis, la aplicación conjunta del PMIE, de los pesos derivados mediante AHP y del modelo WSM ha permitido construir una priorización clara y trazable en ambos casos de estudio. El análisis de sensibilidad confirma que los resultados permanecen estables ante variaciones moderadas en las ponderaciones, lo que demuestra la robustez del método y la coherencia de la clasificación obtenida.

Las diferencias observadas entre Vitoria-Gasteiz (C3) y Koprivnica (C2) reflejan principalmente factores estructurales: capacidad institucional, madurez técnica, oferta modal disponible y costes operativos asociados, en el perfil C3 destacan medidas de carácter estructural (A1, A2, A3), mientras que en el perfil C2 dominan actuaciones de bajo coste e impacto rápido (A1, A5, A2), coherentes con los recursos y demandas de ciudades pequeñas.

Este enfoque metodológico confirma que la combinación AHP-WSM, junto con el PMIE y la lectura contextual C2/C3, constituyen una herramienta operativa, reproducible y adaptada a municipios de capacidad técnica reducida, facilitando tanto la toma de decisiones como la comparación entre ciudades de características similares.

## 6 COMPARATIVA Y ANÁLISIS APLICADO

### 6.1 Objetivo y enfoque

El propósito de este capítulo es comparar de manera sistemática los resultados de la priorización obtenidos para los casos de estudio, analizando qué actuaciones emergen como prioritarias en cada caso y las razones que explican dichas diferencias. Este análisis permite extraer conclusiones transferibles a otras ciudades con características similares. La comparación se apoya en tres elementos: la aplicación del método AHP-WSM desarrollado en el apartado anterior, el uso del PMIE y su normalización, y la lectura contextual derivada del módulo C2/C3, que influye directamente en la interpretación del ranking resultante.

### 6.2 Base comparativa y trazabilidad

- **Datos y escenarios de Vitoria:** proceden de la Revisión del PMUS 2018 y del PMSEP 2021-2025 (escenarios de TP, cobertura, IAG, ImP, reorganización de red, condicionalidad de demanda en Supermanzanas, cuellos de botella OTA/P&B).
- **Koprivnica:** la priorización derivada del SUMP local y de la lectura C2 (impacto inmediato con bajo coste, política de estacionamiento, conectividad a empleo y refuerzo de red activa).
- **Matrices WSM y sensibilidad:** resultados consolidados en las tablas de este capítulo y documentados en detalle en el ANEXO II, que recoge todas las matrices AHP, normalizaciones, scores y análisis de robustez.

### 6.3 Resultados cuantitativos (WSM) y robustez

#### 6.3.1 Ranking de alternativas

El ranking de alternativas constituye el resultado principal del método AHP-WSM aplicado a ambos casos de estudio. En primer lugar, se determinaron los pesos asociados a cada criterio mediante el proceso AHP descrito en el Capítulo 4, y cuyo detalle matemático completo (matrices de comparaciones por pares, autovector propio y verificación del Ratio de Consistencia) se recoge en el ANEXO II. Estos pesos reflejan la importación relativa que adquiere cada criterio en función del perfil contextual C2/C3, lo que permite adaptar la priorización a las características reales de cada ciudad.

En Vitoria-Gasteiz (perfil C3), la mayor madurez técnica, la estructura modal consolidada y la capacidad institucional orientan la ponderación hacia criterios técnicos (CT), de gobernanza (NC) y ambientales (CA). En Koprivnica (perfil C2), en cambio, predominan criterios ambientales y sociales (CA, CS), acordes con la orientación hacia actuaciones de bajo coste, impacto rápido y facilidad de implementación.

Los pesos finales aplicados a la matriz WSM son los siguientes:

- Pesos AHP-C3 (Vitoria): CT = 0.4723, NC = 0.2582, CA = 0.1373, CE = 0.0721, CS = 0.0383, DUM = 0.0219
- Pesos AHP-C2 (Koprivnica): CA = 0.576, CS = 0.110, CT = 0.090, CE = 0.077, NC = 0.079, DUM = 0.068

	Top 1	Top 2	Top 3	Lectura básica
Vitoria-Gasteiz (C3)	A1 – Movilidad activa / calmado (Score 0.842)	A2 – TP reordenado/priorizado (Score 0.781)	A3 – OTA/P&R (Score 0.712)	Lideran medidas estructurales con alto impacto técnico y capacidad institucional consolidada.
Koprivnica (C2)	A1 – Calmado/re d activa (Score 0.802)	A5 – Conectividad interbarrios (Score 0.714)	A2 – TP reordenado/priorizado (Score 0.701)	Predominan medidas de bajo coste, impacto rápido y orientación social/ambient al.

Tabla 20 Resultados cuantitativos (WSM) y robustez. Fuente: Elaboración propia

### 6.3.2 Robustez (sensibilidad $\pm 10\%$ )

El análisis de sensibilidad muestra que el ranking permanece estable ante variaciones razonables en los pesos asignados a los criterios. En Vitoria-Gasteiz, las alternativas A2 y A1 se consolidan de forma consistente como las dos primeras opciones, incluso cuando se modifican las ponderaciones dentro del intervalo considerado. En Koprivnica, A1 mantiene el liderazgo en todos los escenarios analizados, mientras que A3 gana relevancia cuando se aumenta el peso del criterio CS (relacionando con el coste y la gobernanza), lo que resulta coherente con su buena viabilidad y su facilidad de operación en contextos C2.

### 6.4 Lectura comparada a partir de los criterios evaluados

Aunque en el proceso AHP-WSM se han evaluado las alternativas a partir de seis familias de criterios (CT, CE, CA, CS, DUM y NC), para facilitar la interpretación de los resultados y la comparación entre Vitoria-Gasteiz (C3) y Koprivnica (C2), se agrupan aquí los efectos observados en bloques temáticos que derivan directamente de dichos criterios.

No se trata de “ejes estratégicos” propios de un plan operativo, sino de agrupaciones analíticas que permiten explicar cómo cada conjunto de criterios influye en el ranking final del WSM en ambos contextos.

A continuación, se presenta una lectura comparada organizada en cinco dimensiones analíticas que emergen del modelo (red activa y espacio público, transporte público, gestión de demanda, logística urbana y gobernanza-datos), cada una de ellas vinculada a uno o varios criterios AHP.

#### (a) Movilidad y espacio público

- **Vitoria (C3):** La red activa se integra dentro de la red funcional de supermanzanas (A1), reforzando jerarquías 10/20/30, continuidad peatonal y liberación de espacio público. El impacto es alto, aunque condicionado por la gestión de demanda (-9 % / -12 %)

- **Koprivnica (C2):** Las actuaciones de calmado y red activa (A1) destacan por su bajo coste, rapidez y mantenibilidad; generan mejoras visibles en seguridad vial y cuota modal con pocos recursos.

#### (b) Transporte público (TP)

- **Vitoria (C3):** A2 (reordenación + prioridad) lidera por su efecto sobre ImP, cobertura e IAG; se evita canibalización con el tranvía y se integra con el BEI.
- **Koprivnica (C2):** la reordenación del TP (A2) aporta beneficios, pero CS (operación/coste) la desplaza detrás de A1/A3/A5; el foco es reforzar atraktividad con medidas básicas y conectividad al empleo

#### (c) Aparcamiento y gestión de demanda

- **Vitoria (C3):** OTA y P&R corrigen déficits locales pese al superávit global de plazas, sostienen el cambio modal y son fácilmente auditables desde el PMIE.
- **Koprivnica (C2):** A3 ocupa posiciones intermedias por bajo coste y retorno inmediato; reduce presión del coche sin infraestructuras complejas.

#### (d) DUM (logística urbana)

- **Vitoria (C3):** A4 (microhubs, apps, horarios, cargobike) es relevante, pero el impacto global queda por detrás de A1–A3. Para ganar peso requiere KPIs anuales homogéneos.
- **Koprivnica (C2):** A4 queda rezagada: la logística aún no es un cuello de botella. Conviene preparar pilotos ligeros y definir indicadores mínimos.

#### (e) Gobernanza, datos y trazabilidad (NC + PMIE)

- **Vitoria (C3):** Dispone de un marco de 72 indicadores y evaluación bienal, aunque con brechas (p.ej. modos de acceso y KPIs DUM). De ahí el peso alto de NC y del PMIE.
- **Koprivnica (C2):** Un PMIE reducido es clave: pocos datos, bien recogidos. A3 mejora su posición relativa por su facilidad de medición y gestión. La trazabilidad del PMIE sostiene la priorización sin necesidad de sistemas avanzados.

### 6.5 Implicaciones operativas y transferibilidad

La aplicación del método muestra, en primer lugar, que la prioridad varía según el contexto: en ciudades C3 predomina las actuaciones estructurales (como la red de transporte público y el despliegue de supermanzanas), mientras que en ciudades C2 toman la delantera las tácticas de alto impacto y bajo coste (calmado, refuerzo de red activa y gestión del aparcamiento); esta diferencia queda bien reflejada con pesos AHP ajustados a C2/C3 y un WSM reproducible. En segundo término, el PMIE actúa como un seguro metodológico: con 6-8 indicadores esenciales como el reparto modal, siniestrabilidad, continuidad de la red activa, ocupación crítica, velocidad comercial y un proxy de emisiones; cualquier municipio puede evaluar y recalibrar sin depender de consultoras comerciales externas. En cuanto a la programación, los calendarios realistas pasan por que, en C2, se arranque con A1 + A3 + A5 (12-18 meses) dejando A2 para una segunda fase cuando la capacidad operativa mejora; y que, en C3, se desplieguen A2 + A1 en paralelo, sosteniéndose en A3 y preparando KPIs DUM para dar más peso a A4 en la revisión

siguiente. Por último, en sensibilidad y gobernanza, la robustez del ranking legitima la decisión ante cambios razonables en la preferencia: cuando CS aumenta, A3 gana por su viabilidad; cuanto CT/CE/NC suben, se consolida las medidas estructurales.

En conjunto, la comparación evidencia que la metodología no fuerza los resultados, sino que hace visible cómo factores como la capacidad institucional, la escala urbana o los costes operativos reconfiguran las prioridades sin comprender la trazabilidad ni la robustez del proceso. Este ajuste entre el método y las condiciones reales de cada municipio constituye el punto de partida del Capítulo 10, dedicado a las conclusiones y a las líneas futuras de trabajo, donde se sintetiza las lecciones transferibles y se plantean mejoras potenciales como el contraste con TOPSIS, la automatización del PMIE o la ampliación del método a ciudades con perfil C1.

## 7 CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Fin de Máster aborda, desde una perspectiva transversal y apoyándose en técnicas de decisión multicriterio, los desafíos que enfrentan las ciudades pequeñas al planificar una movilidad realmente sostenible. Se trata de contextos con recursos técnicos limitados, disponibilidad de datos irregular y marcos de gobernanza frágiles, que condicionan tanto el diseño como la ejecución y la evaluación de las políticas.

Sobre la base de una revisión amplia del estado del arte, se ha construido un enfoque metodológico propio que combina AHP-WSM, un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) y un Módulo de Contexto. Esta propuesta se ha contrastado de forma comparada en Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (perfil C2), lo que ha permitido extraer conclusiones con una lectura crítica sobre cómo se planifica la movilidad en municipios de menor escala y qué ajustes son necesarios para mejorar su eficacia, su trazabilidad y su sostenibilidad a lo largo del tiempo.

### 7.1 Ventajas de la nueva metodología con inclusión en nuevos criterios

La metodología desarrollada en este trabajo ofrece una serie de ventajas que responden de forma directa a las carencias detectadas en el estado del arte. En primer lugar, destaca por su proporcionalidad y ligereza operativa: la combinación de AHP-WSM, el PMIE y el Módulo de Contexto permite obtener resultados consistentes incluso en municipios con capacidades técnicas reducidas o sin bases de datos extensas. Esto la convierte en una herramienta especialmente adecuada para ciudades de menos de 100.00 habitantes, donde los enfoques tradicionales suelen resultar demasiado exigentes o difícilmente aplicables.

A ello se suma una mejora notable en la transparencia de la priorización. La estructura jerárquica del AHP y el cálculo del WSM facilitan justificar el orden de implantación de las medidas, aportando argumentos claros y verificables que reducen la discrecionalidad y mejoran la trazabilidad del proceso de decisión.

Otro de los puntos fuertes es su adaptación al contexto local. El Módulo de Contexto permite interpretar los resultados en función de las características propias de cada municipio (escala urbana, compacidad, madurez institucional o capacidad presupuestaria), evitando lecturas rígidas e introduciendo una flexibilidad que resulta esencial en ciudades pequeñas.

En paralelo, el PMIE contribuye a asegurar la sostenibilidad temporal del seguimiento, al proponer un conjunto reducido de indicadores que pueden actualizarse cada año sin necesidad de recursos extraordinarios. Esta flexibilidad posibilita ampliar o adaptar el método sin perder un núcleo que garantice comparabilidad.

Finalmente, la metodología destaca por su capacidad de transferencia. Su diseño modular permite replicar el enfoque en otros municipios españoles o europeos, ajustando únicamente el contexto y los pesos de los criterios. Esta flexibilidad posibilita ampliar o adaptar el método sin perder un núcleo común que garantice comparabilidad.

En conjunto, este planteamiento configura un marco de trabajo claro, reproducible y ajustado a la capacidad operativa de la mayoría de las ciudades pequeñas, dando respuesta a varias de las limitaciones presentes en los enfoques SUMP más convencionales.

## 7.2 Principales resultados

La aplicación práctica de la metodología en los dos casos estudiados ha permitido obtener una serie de resultados que confirman su utilidad en contextos reales, especialmente en ciudades pequeñas e intermedias con limitaciones estructurales. El contraste entre Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (perfil C2) muestra que la combinación de AHP-WSM y el PMIE es capaz de reflejar con claridad las diferencias en madurez institucional, disponibilidad de datos y grado de consolidación de las políticas de movilidad, pero, al mismo tiempo, proporciona un lenguaje común para interpretar prioridades en municipios con escalas y capacidades muy distintas.

En segundo lugar, los resultados muestran que los criterios relacionados con los modos activos, la seguridad vial y el funcionamiento del transporte público adquieren un peso notable y relativamente constante en ambos casos analizados, lo que confirma que estos ámbitos se perciben como los pilares de movilidad sostenible en ciudades de escala pequeña o intermedia. El análisis multicriterio aporta además un valor añadido al hacer explícita la ponderación de estos criterios y mostrar cómo variaciones aparentemente menores en factores como la densidad urbana, la compactidad, la estructura de gobernanza o la disponibilidad presupuestaria pueden alterar el orden de prioridad de determinadas actuaciones.

En tercer lugar, la comparación entre ambos casos permite reconocer una serie de patrones que pueden extrapolarse a otras ciudades. En los municipios pequeños con una estructura urbana compacta, las prioridades se concentran de forma consistente en la movilidad activa, las actuaciones de reorganización viaria y la mejora de la accesibilidad cotidiana. En cambio, las ciudades con mayor estabilidad institucional tienden a orientar sus esfuerzos hacia intervenciones estructurales, la potenciación del transporte público y medidas de carácter más estratégico.

Pese a estas diferencias, hay un punto común en ambos perfiles: la logística urbana aparece de forma recurrente como un ámbito especialmente frágil y con numerosos retos pendientes. Esta coincidencia refuerza lo observado en el Estado del Arte y confirma la pertinencia de incorporarla como un criterio específico dentro del modelo de evaluación.

Asimismo, la aplicación práctica de la metodología confirma que el PMIE es una herramienta eficaz para el seguimiento del plan. Con un conjunto reducido de indicadores (como el reparto modal, la siniestrabilidad, la continuidad de los recorridos activos, la ocupación del aparcamiento en zonas sensibles o la velocidad comercial del transporte público), es posible describir la evolución de la movilidad y evaluar el impacto de las medidas adoptadas de manera realista, sin generar una carga excesiva de trabajo para los equipos municipales.

Por último, el análisis desarrollado muestra que la metodología propuesta es capaz de condensar un conjunto amplio y complejo de factores en un resultado ordenado, claro y fácil de interpretar. Esta capacidad para estructurar la información reduce la incertidumbre en la toma de decisiones y facilita tanto la comunicación técnica como la explicación política de las prioridades elegidas. La claridad del procedimiento contribuye, además, a que el PMUS mantenga coherencia a lo largo del tiempo y se convierta en una herramienta útil para aquellos municipios que necesiten justificar de manera sólida qué actuaciones deben abordarse primero y con qué criterios.

### 7.3 Limitaciones del estudio

Aunque la metodología desarrollada en este Trabajo de Fin de Máster presenta una coherencia interna sólida y resultados consistentes, existen una serie de limitaciones que condicionan el alcance del estudio y la capacidad de generalizar sus conclusiones. Estas limitaciones derivan tanto del diseño inicial del trabajo como de su aplicación práctica a los casos de estudio, y deben entenderse como parte inherente a un análisis exploratorio aplicado a municipios de pequeña escala.

#### **(1) Limitaciones iniciales del estudio: alcance, representatividad y diseño.**

Tal como se expuso en el Capítulo 2, el trabajo se centra en dos ciudades (Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (perfil C2)) seleccionadas por su disponibilidad de información y su contrastada experiencia en planificación de la movilidad. Aunque esta elección permite comparar realidades institucionales distintas, la muestra sigue siendo reducida. No es posible extrapolar los resultados al conjunto de municipios pequeños europeos, especialmente a aquellos clasificados como C1, donde las limitaciones técnicas son mayores. Una ampliación de la muestra permitiría comprobar si el método mantiene su robustez en contextos con menor estructura administrativa o con planes de movilidad menos desarrollados.

#### **(2) Limitaciones asociadas a la disponibilidad y calidad de los datos.**

Los municipios pequeños presentan, como se argumentó en los capítulos iniciales, carencias estructurales de datos: ausencia de series temporales, métricas incompletas de movilidad activa, inventarios irregulares de aparcamiento, escasa medición de logística urbana o dependencias prolongadas de consultorías externas. Esta situación afecta directamente al Panel Mínimo de Indicadores Esenciales (PMIE) y, en algunos casos, ha obligado a emplear aproximaciones o estimaciones operativas. Aunque estas aproximaciones son coherentes con la realidad municipal, limitan la precisión del análisis y reducen la comparabilidad entre ciudades.

#### **(3) Limitaciones propias de los métodos AHP y WSM.**

La combinación AHP-WSM constituye una herramienta adecuada para municipios con recursos técnicos limitados, pero presenta restricciones que deben ser reconocidas. AHP se basa en comparaciones por pares que, aun siendo coherentes y verificables mediante el Ratio de Consistencia, dependen del juicio experto y simplifican relaciones complejas en una matriz lineal. WSM, por su parte, traduce múltiples dimensiones en un valor agregado único, lo que implica una pérdida de información respecto a métodos capaces de modelar interdependencias entre criterios. En consecuencia, aunque el enfoque es operativo y trazable, no captura la totalidad de las dinámicas que influyen en la movilidad urbana.

#### **(4) Limitaciones metodológicas relacionadas con la ausencia de modelización avanzada.**

Este estudio no incorpora herramientas de simulación, análisis multivariado de sensibilidad, modelos de demanda ni evaluaciones ex post basadas en datos longitudinales. Estas limitaciones responden tanto al alcance del TFM como a la disponibilidad real de datos en los municipios analizados. Futuras aplicaciones del método podrían integrar modelos más avanzados, así como bases de datos temporales sistematizadas, para evaluar con mayor precisión la evolución de las medidas y su impacto real a lo largo del tiempo.

**(5) Limitaciones institucionales y de continuidad en los municipios pequeños.**

La aplicación del PMIE y del propio marco metodológico depende de la existencia de una estructura institucional mínima: reuniones periódicas, repositorios únicos de datos, actas de seguimiento y personas responsables del PMUS. En municipios con equipos muy reducidos o con elevada rotación administrativa, esta continuidad puede verse comprometida, afectando a la trazabilidad y a la capacidad del método para mantenerse operativo a lo largo de los ciclos de planificación. Esta limitación, identificada ya en los capítulos iniciales, constituye un riesgo real para la sostenibilidad de cualquier metodología aplicada a ciudades pequeñas.

**(6) Limitaciones relacionadas con la comparabilidad entre PMUS en ciudades pequeñas.**

Como se evidenció en el Estado del Arte, no existe un estándar europeo de indicadores mínimos para PMUS en municipios pequeños, ni una metodología común que permita comparar diagnósticos o priorizaciones de manera homogénea. Esto supone un desafío estructural para cualquier ejercicio comparativo. El método AHP-WSM ayuda a reducir esta brecha mediante un marco sistemático y trazable, pero no elimina por completo la heterogeneidad de base ni los diferentes niveles de madurez institucional entre ciudades de perfiles similares.

En conjunto, estas limitaciones no invalidan los resultados obtenidos, pero sí acotan su alcance y señalan los ámbitos que requieren mayor atención en futuras aplicaciones, especialmente en aquellos municipios donde la disponibilidad de datos es reducida o donde la estabilidad institucional y técnica presenta mayores fragilidades.

## 8 RECOMENDACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

A la luz de los resultados obtenidos y de las limitaciones identificadas a lo largo del desarrollo del trabajo, es posible plantear una serie de recomendaciones y líneas de investigación que puedan fortalecer y ampliar el enfoque metodológico presentado. Estas propuestas buscan no solo reforzar la aplicabilidad práctica del esquema basado en AHP-WSM, el PMIE y el Módulo de Contexto en el ámbito de las ciudades pequeñas, sino también abrir nuevas vías para avanzar hacia modelos de planificación más realistas, evaluables y acordes con la capacidad institucional de cada municipio. Con ello, se persigue contribuir a una movilidad urbana más accesible, eficiente y alineada con los retos actuales en materia de sostenibilidad y gestión local.

### 8.1 Recomendaciones para los municipios pequeños y medianos

A partir del análisis realizado, de la revisión del estado del arte y de los resultados de los casos comparados, pueden plantearse varias recomendaciones orientadas, sobre todo, a municipios pequeños y medianos.

En primer lugar, conviene optar por metodologías ajustadas a la capacidad local; cuando los recursos técnicos son limitados, funciona mejor un enfoque ágil, trazable y de baja carga operativa que técnicas excesivamente complejas y difíciles de sostener en el tiempo. En este sentido, la combinación AHP-WSM, apoyada en un PMIE y modelado por el Módulo e Contexto, ofrece un esquema realista que permite fundamentar decisiones incluso en escenarios con déficits de datos o de personal especializado.

Del mismo modo, resulta esencial consolidar una gobernanza mínima que dé continuidad al plan. La experiencia demuestra que un comité técnico interdepartamental, un foro de movilidad con interlocución social efectiva, una mesa específica para la logística urbana y la figura de una persona responsable del PMUS como referente de continuidad aportan más a los resultados que el tamaño del municipio o el nivel de inversión disponible, en paralelo, incorporar desde el inicio un Panel Mínimo de Indicadores Esenciales evita la obsolescencia del plan y facilita un seguimiento estable a lo largo del ciclo; basta unos pocos indicadores bien definidos, como reparto modal, siniestralidad, continuidad ciclistas, accesibilidad, desempeño del transporte público y uso del espacio público, para evaluar de manera continua los avances sin sobrecargar los equipos.

Asimismo, el PMUS debe alinearse de forma explícita con los marcos normativos vigentes. Integran los requisitos de las Zonas de Bajas Emisiones, la planificación logística urbana, los instrumentos urbanísticos y ambientales (incluida la evaluación ambiental estratégica) y, cuando proceda, la conectividad e intermodalidad vinculada a la red TEN-T, incrementa la coherencia del plan y mejora su eficacia operativa.

Finalmente, en ciudades pequeñas conviene priorizar intervenciones de alto retorno social y bajo coste; redes peatonales continuas, medidas de calmado, itinerarios ciclistas seguros, reorganización del viario, mejoras operativas del transporte público y actuaciones tácticas rápidas tienden a generar impactos visibles en poco tiempo y con recursos contenidos. En conjunto, este enfoque configura un marco de trabajo claro, reproducible y compatible con la capacidad real de la mayoría de los municipios, resolviendo buena parte de las limitaciones que presenta los enfoques SUMP más convencionales.

## 8.2 Recomendaciones para el desarrollo metodológico

Además de las orientaciones dirigidas a los municipios, el trabajo permite plantear una serie de recomendaciones enfocadas al perfeccionamiento de metodologías futuras. En primer lugar, aunque el enfoque propuesto ya minimiza la carga de datos, todavía sería posible avanzar hacia esquemas más ligeros incorporando indicadores alternativos o aproximaciones sencillas que resulten útiles en contextos con grandes carencias estadísticas, especialmente en lo relativo a movilidad activa y logística urbana. Del mismo modo, ampliar el análisis de sensibilidad y abordar variaciones simultáneas en varios criterios permitiría reforzar la robustez del método frente a cambios en las ponderaciones o en las características del contexto. También resultaría beneficioso integrar módulos básicos de análisis coste-beneficio que contribuyen a respaldar la priorización de medidas y faciliten la negación política durante la implantación.

Por último, dado que la logística urbana se confirma como uno de los ámbitos más débiles en las ciudades pequeñas, sería conveniente desarrollar un esquema simplificado de planificación logística, un mini-SULP adaptado a capacidades reducidas, que permita abordar este ámbito con mayor consistencia y continuidad.

## 8.3 Líneas futuras de investigación

El trabajo desarrollado abre varias líneas de continuidad que pueden enriquecer y ampliar la metodología propuesta:

### I. Aplicación del método en un número mayor de municipios españoles

Extender el análisis a ciudades con distintos perfiles (C1, C2, C3 e incluso C4) permitiría comprobar hasta qué punto los resultados se mantienen estables en territorios con capacidades institucionales y características urbanas más diversas, y ayudaría a identificar patrones territoriales o variaciones relevantes.

### II. Creación de una base comparada de PMUS en España

El establecimiento de un repositorio estandarizado, derivado del PMIE, facilitaría comparar de forma sistemática el desempeño municipal en materia de movilidad y sostenibilidad a lo largo del tiempo, generando una base empírica sólida para futuras evaluaciones.

### III. Integración de fuentes avanzadas de datos (sensores, big data y movilidad digital)

Aquellos municipios que dispongan de aforos automáticos, datos de telefonía móvil o información procedente de sistemas de movilidad compartida podrían reforzar el PMIE e incorporar análisis más precisos sobre patrones de desplazamiento o cambios en la demanda.

### IV. Desarrollo de un modelo híbrido que conecte decisión e impacto

Si bien el enfoque AHP-WSM facilita la priorización, no modeliza los efectos concretos de las medidas. Investigaciones futuras podrían integrar herramientas de simulación (micro movilidad, accesibilidad, emisiones) para cerrar el ciclo completo entre evaluación, decisión e impacto.

## **V. Escalado del método a pequeñas áreas metropolitanas**

Aplicar el marco a entornos metropolitanos con varios núcleos urbanos permitiría analizar su comportamiento en estructuras de gobernanza más complejas y valora su utilidad en territorios donde las interdependencias entre municipios condicionan fuertemente a movilidad.

En conjunto, las recomendaciones y líneas de trabajo que se desprenden de este estudio ponen de manifiesto la importancia de dotar a las ciudades pequeñas de metodologías proporcionadas, transparentes y sostenibles, capaces de orientar la toma de decisiones en movilidad aun cuando existan limitaciones de recursos y capacidad técnica. La metodología diseño en este TFM constituye un primer avance en esa dirección, y su ampliación y contrastación en contextos más diversos se perfila como una vía prometedora para avanzar hacia modelos de planificación más coherentes, rigurosos y ajustados a realidad de estos municipios.

## 9 GLOSARIO

AHP	Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico)
AUE	Agenda Urbana Española
BEI	Bus Eléctrico Inteligente (Vitoria-Gasteiz)
CA	Criterios Ambientales
CAPEX	Capital Expenditure (Coste de Implantación)
CE	Criterios Económicos
CS	Criterios Sociales
CT	Criterios Técnicos
DUM	Distribución Urbana de Mercancías
ELTIS	EU Urban Mobility Observatory – ELTIS
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIS	Geographic Information System (Sistema de Información Geográfica)
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis (Análisis de Decisión Multicriterio)
MAVT	Multi-Attribute Value Theory
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
MITMA	Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (España)
NC	Nuevos Criterios
OPEX	Operational Expenditure (Coste de Operación y Mantenimiento)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030)
PCA	Principal Component Analysis (Análisis de Componentes Principales)
PMIE	Panel Mínimo de Indicadores Esenciales
PMUS	Plan de Movilidad Urbana Sostenible
RC	Ratio de Consistencia (AHP)
SUMP	Sustainable Urban Mobility Plan (Plan de Movilidad Urbana Sostenible Europeo)
TEN-T	Trans-European Transport Network
TP	Transporte Público
UMF	Urban Mobility Framework (Marco Europeo de Movilidad Urbana)

VGBiziz	Sistema municipal de aparcamiento seguro para bicicletas (Vitoria-Gasteiz).
WSM	Weighted Sum Model (Modelo de Suma Ponderada)
ZBE	Zona de Bajas Emisiones

## 10 BIBLIOGRAFÍA

LORENZINI, A. (2024). UMP: A Methodology for Sustainable Urban Development. Cutter Consortium. <https://www.cutter.com/article/sump-methodology-sustainable-urban-development>

GÜHNEMANN, A., ET AL. (2016). CH4LLENGE – SUMP Monitoring and Evaluation Manual: Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. UBC/Leeds/Rupprecht/Polis. [https://www.ubc-sustainable.net/sites/default/files/publications/sump-manual\\_monitoring-evaluation\\_en.pdf](https://www.ubc-sustainable.net/sites/default/files/publications/sump-manual_monitoring-evaluation_en.pdf)

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF-OECD). (2022). Urban Planning and Travel Behaviour. OECD/ITF. <https://www.itf-oecd.org/urban-planning-travel-behaviour>

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF-OECD). (2023). Measuring New Mobility: Case Studies and Best Practices. OECD/ITF. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/measuring-new-mobility-case-studies-best-practices.pdf>

ELTIS / EU Urban Mobility Observatory. (2019/2023). Directrices para la elaboración e implementación de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (2.ª ed.). [PNMUS\\_MTOP\\_Guia-Transversal-3-Ciudades-Pequeñas-1.pdf](#)

Rupprecht Consult (eds.). (2021). Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns. Topic Guide (SUMPs-Up). [sump\\_topic\\_guide\\_smaller\\_cities\\_and\\_towns\\_final.pdf](#)

Achieving sustainable mobility with limited resources – The new SUMP guide for smaller cities and towns. [SUMP Guide for Smaller Cities and Towns](#)

SUMPs-Up / ICLEI. (2018). UN PASO ADELANTE. Manual sobre la integración de medidas y paquetes de medidas en un PMUS. [ToR\\_SUMP\\_ES\\_2020.pdf](#)

POLIS Network. (2020). SUMP Guide for Smaller Cities and Towns. [SUMP Guide for Smaller Cities and Towns](#)

IDAE. (2006). Guía práctica para la elaboración e implantación de PMUS. [SUMPs-UP | Home](#)

ELTIS / EU Urban Mobility Observatory. (2019/2023). Directrices para la elaboración e implementación de un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (2.ª ed.). [https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/PNMUS\\_MTOP\\_Guia-Transversal-3-Ciudades-Pequeñas-1.pdf](https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/PNMUS_MTOP_Guia-Transversal-3-Ciudades-Pequeñas-1.pdf)

RUPPRECHT CONSULT (eds.). (2021). Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns. Topic Guide (SUMPs-Up). [https://civitas.eu/sites/default/files/sump\\_topic\\_guide\\_smaller\\_cities\\_and\\_towns\\_final.pdf](https://civitas.eu/sites/default/files/sump_topic_guide_smaller_cities_and_towns_final.pdf)

SUMPs-UP / ICLEI. (2018). UN PASO ADELANTE. Manual sobre la integración de medidas y paquetes de medidas en un PMUS. [https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2021-01/ToR\\_SUMP\\_ES\\_2020.pdf](https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2021-01/ToR_SUMP_ES_2020.pdf)

- MOBILISEYOURCITY. (s.f.). Developing Sustainable Urban Mobility Plans. Guidelines for MobiliseYourCity geographies. <https://www.mobiliseyourcity.net>
- CHALLENGE. (2016). Monitoring and Evaluation. Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans. <https://www.eltis.org/mobility-plans/sump-resources>
- INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF/OECD). (2020). Urban Mobility Systems and Prioritisation Frameworks. <https://www.itf-oecd.org>
- UN-HABITAT. (2022). Local Authorities Capacity and Urban Mobility Governance Report. <https://unhabitat.org>
- CIVITAS. (2021). Process & Impact Evaluation Framework: A readers' guide. CIVITAS 2030. <https://civitas.eu>
- POLIS NETWORK. (2020). SUMP Guide for Smaller Cities and Towns. [https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2020/12/1A\\_Lasse-Brand-Rupprecht-Consult.pdf](https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2020/12/1A_Lasse-Brand-Rupprecht-Consult.pdf)
- ELTIS / EU Urban Mobility Observatory. (2019/2023). Expert Corner: SUMP Reference Materials. Sustainable Urban Mobility Plans. <https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu>
- EUROPEAN COMMISSION. (2012). European Commission. (2012). European Green Capital Award – Winning cities: Vitoria-Gasteiz. [Environment - Environment - European Commission](#)
- VITORIA-GASTEIZ CITY COUNCIL. (2012). Vitoria-Gasteiz European Green Capital. Méritos y Estrategia 2012. [Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - Web de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, Green Capital. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.](#)
- EU URBAN MOBILITY OBSERVATORY. (2019). The Sustainable Urban Mobility Plan of the City of Koprivnica. [EU Urban Mobility Observatory - EU Urban Mobility Observatory](#)
- CIVITAS. (2021). Koprivnica – City profile. <https://civitas.eu/cities/koprivnica>
- SUMP CENTRAL. (2020). Plan održive urbane mobilnosti Grada Koprivnice – SUMP. <https://sump-central.eu/wp-content/uploads/2020/11/SUMP-Koprivnica.pdf>
- ŠIMUNEC, I., PANDŽA, H., KLEČINA, A., & KALANJ, N. (2019). Sustainable mobility planning in the City of Koprivnica. ResearchGate. [file:///C:/Users/1M72778/Downloads/TAHC2017\\_paper\\_37\\_AR.pdf](file:///C:/Users/1M72778/Downloads/TAHC2017_paper_37_AR.pdf)
- FES KOSOVA. (2025). Sustainable mobility and development study visit to Koprivnica, Croatia. [Sustainable mobility and development study visit to Koprivnica, Croatia](#)
- PERKOVIĆ, M. (2022). How the EU funding and the CIVINET supported Koprivnica to become a lighthouse.... ODRAZ [4\\_Koprivnica\\_Mario-Perkovic\\_RCEW03.pdf](#)

CIVITAS DYN@MO (2016). D1.7 Koprivnica SUMP Implementation Plan (Executive Summary). City of Koprivnica; Istvan-Krapinec, M., Knežević, V., & Zlojutro, L. [koprivnica\\_gp\\_sump\\_final.doc.pdf](#)

CIVITAS (S.F.). Smart Urban Mobility Planning – Koprivnica (Good Practice Document). [SUMP-Koprivnica.pdf](#)

CORDIS – EUROPEAN COMMISSION (2016). Civitas Dyn@mo – Electric Mobility Programme in Koprivnica. Komunalac d.o.o. [C\\_Subline\\_13: masox am doku](#)

KOMUNALAC (2019). Civitas Dyn@mo – Electric Mobility Programme in Koprivnica. Komunalac d.o.o. [C\\_Subline\\_13: masox am doku](#)

KOPRIVNICA CITY COUNCIL (2015). Plan održive urbane mobilnosti Grada Koprivnice – SUMP (versión descargable). [SUMP-Koprivnica.pdf](#)

UBC SUSTAINABLE CITIES (2015). News from the CIVITAS DYN@MO Project – Koprivnica. Baltic Sea Cities Commission. [Microsoft PowerPoint - Presentation SUMP Concept Croatia](#)

URBAN MOBILITY OBSERVATORY – EUROPEAN COMMISSION (2019) The Sustainable Urban Mobility Plan of the City of Koprivnica (Case Study). <https://www.ubc-sustainable.net/newsletters/article/news-civitas-dynmo-project>

ELTIS – SUMP CONCEPT PRESENTATION (2015). Sustainable Urban Mobility Plans: Concept, process, content & benefits. [UPUTSTVO ZA PRIPREMU RADOVA](#)

EUROPEAN COMMISSION. (2020) Guidelines for developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (2nd edition). Urban Mobility Observatory / ELTIS. [https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/sustainable-urban-mobility-plans/sump-guidelines-and-decision-makers-summary\\_en](https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/sustainable-urban-mobility-plans/sump-guidelines-and-decision-makers-summary_en)

EUROPEAN COMMISSION. (2023). Urban Mobility Observatory – SUMP Guidelines and resources. <https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu>

MOBILISEYOURCITY. (2021). SUMP Toolkit: Guidelines and methodologies for developing Sustainable Urban Mobility Plans. <https://www.mobiliseyourcity.net/sustainable-urban-mobility-plan-sumps-toolkit>

RUPPRECHT CONSULT. (2021). Topic Guide: Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns (SUMPs-Up). CIVITAS. [https://civitas.eu/sites/default/files/sump\\_topic\\_guide\\_smaller\\_cities\\_and\\_towns\\_final.pdf](https://civitas.eu/sites/default/files/sump_topic_guide_smaller_cities_and_towns_final.pdf)

SUMP CENTRAL. (2019). SUMP Guidance: Resources and supplementary guides for SUMPs. <https://sump-central.eu/tools-resources/sump-guidance/>

UBC SUSTAINABLE CITIES COMMISSION. (2020). Guidelines for developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (Second Edition) – Publication summary. <https://www.ubc-sustainable.net/library/publication/guidelines-developing-and-implementing-sump-second-edition>

CHANGING TRANSPORT – MOBILISEYOURCITY. (2023). MobiliseYourCity SUMP Toolkit – Modules and resources.

<https://ing-transport.org/toolkits/sump/>

AHP. Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer.

CHALLENGE. (2016). *Monitoring and evaluation: Assessing the impact of measures and evaluating mobility planning processes*. European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans. <https://www.eltis.org/mobility-plans/sump-resources/sump-manuals/ch4llenge-evaluation-monitoring>

Calabrò, F., & D’Ascanio, R. (2020). *Evaluation criteria for sustainable mobility in small towns: A methodological approach*. *Sustainability*, 12(14), 5603. <https://doi.org/10.3390/su12145603>

CIVITAS DYN@MO. (2015). *Innovative mobility solutions in medium and small cities*. European Commission. <https://civitas.eu>

European Commission. (2007). Green Paper: Towards a new culture for urban mobility. Publications Office of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52007DC0551>

European Commission. (2011). White Paper on Transport: Roadmap to a Single European Transport Area. Publications Office. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0144>

European Commission. (2013). Urban Mobility Package (COM/2013/0913). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0913>

European Commission. (2019). Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (2nd ed.). Publications Office of the European Union. [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sustainable-urban-mobility-plans\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sustainable-urban-mobility-plans_en)

European Commission. (2021). The New EU Urban Mobility Framework (COM(2021)811). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0811>

ELTIS - EU Urban Mobility Observatory. (2019–2023). SUMP Reference Materials and Case Studies. <https://www.eltis.org>

FES Kosovo. (2025). *Sustainable Mobility Strategies for Small Cities*. Friedrich Ebert Stiftung. <https://fes-kosovo.org>

Frank, L., et al. (2008). *Urban form, travel behavior, and public health*. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(3), 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.06.039>

Gühnemann, A., et al. (2016). *CHALLENGE Monitoring and Evaluation Manual*. European Platform for Sustainable Urban Mobility Plans.

Hull, A. (2008). *Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport?* *Transport Policy*, 15(2), 94–103.

International Transport Forum–OECD. (2020). *Reforming Urban Mobility in Small Cities*. OECD Publishing. <https://www.itf-oecd.org>

International Transport Forum–OECD. (2022). *Transport Policy Outlook*. OECD Publishing.

International Transport Forum–OECD. (2023). *Urban mobility indicators*. OECD Publishing.

Lorenzini, L. (2024). *Mobility governance in small municipalities: Data limitations and institutional fragility*. *Journal of Urban Mobility*. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2024.100123>

Marsden, G., & Reardon, L. (2018). *Governing complex mobility transitions: Control, contestation and coordination in small and medium-sized cities*. *Transport Research Part A*, 110, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.016>

MobiliseYourCity Partnership. (2021). *SUMP Toolkit*. <https://mobiliseyourcity.net>

MobiliseYourCity. (s.f.). *Developing Sustainable Urban Mobility Plans – Guidance Document*. <https://mobiliseyourcity.net>

MITMA. (2022). *Real Decreto 1052/2022 por el que se regulan las Zonas de Bajas Emisiones*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/12/27/1052>

MITMA. (2016). *Inventario Nacional de PMUS*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

NOVELOG Project. (2018). *New cooperative business models and guidance for sustainable city logistics*. European Horizon 2020. <https://novelog.eu>

Papa, E., & Bertolini, L. (2015). *Accessibility and sustainable mobility: What cities can learn from each other*. *Journal of Transport Geography*, 49, 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.013>

Perković, V. (2022). *Mobility planning challenges in small and medium Croatian cities*. *Croatian Review of Transport Engineering*.

POLIS Network. (2020). *Small Cities & Towns: Sustainable Mobility Guide*. POLIS Publications. <https://www.polisnetwork.eu>

Rietveld, P., & Daniel, J. (2004). *Determinants of bicycle use: Do municipal policies matter?* *Transportation Research Part A*, 38(7), 531–550.

Rupprecht Consult. (2021). *Topic Guide: Sustainable Urban Mobility Planning in Smaller Cities and Towns*. European Commission. <https://www.eltis.org/sump-resources>

Šimunec, I., et al. (2019). *Sustainable mobility transition pathways in small Central European cities*. *European Transport Research Review*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0366-3>

SUMPs-Up / ICLEI. (2018). *Topic Guide: Monitoring, Evaluation and Prioritisation in SUMPs*. European Commission. <https://www.sump-central.eu>

SUMP Central. (2019). *Reference Materials for SUMPs*. <https://www.sump-central.eu>

UN-Habitat. (2022). *Urban Mobility Governance in Small Municipalities*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org>

Vitoria-Gasteiz City Council. (2012–2025). *Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público (PMSEP)*. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. <https://www.vitoria-gasteiz.org>

## **ANEXO I**

### **ANÁLISIS DE LAS CIUDADES EUROPEAS COMO CASO DE ESTUDIO**

## 11 Análisis de las ciudades europeas como caso de estudio

### 11.1 Vitoria-Gasteiz como caso de estudio

La elección de Vitoria-Gasteiz como primer caso de estudio responde a su consolidada trayectoria en la aplicación de políticas ambientales, en la promoción de una movilidad sostenible y en el desarrollo de una planificación urbana coherente y de largo alcance. Su reconocimiento **European Green Capital 2012** por parte de la Comisión Europea no fue un acontecimiento aislado, sino la culminación de un proceso prolongado centrado en la protección del entorno, la revitalización de espacios urbanos, el impulso de la movilidad activa y una gestión territorial equilibrada. Entre los factores que más influyeron en esta distinción destacan su configuración urbana en anillos concéntrico, el papel del Anillo Verde como infraestructura ecológica que rodea la ciudad, la rehabilitación de áreas degradadas y la consolidación de un modelo urbano que mantiene una estrecha relación con los espacios naturales, incorporándolo en las actividades cotidianas de la población (European Commission, 2012; Vitoria-Gasteiz City Council, 2012).



Figura 7 Plaza de la Virgen Blanca. Vitoria-Gasteiz. ([https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u4c4f3353\\_166382a955d\\_\\_7d8a](https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u4c4f3353_166382a955d__7d8a))

Asimismo, la ciudad se ha consolidado como un referente de planificación urbana madura. Su enfoque en materia de movilidad ha ido adaptándose a los principios establecidos por las **SUMP Guidelines**, situando en primer plano el transporte público, los desplazamientos activos y la recuperación del espacio urbano para un uso más social. Los documentos elaborados durante su candidatura a **Green Capital** evidencian cómo Vitoria-Gasteiz ha puesto en marcha iniciativas innovadoras para disminuir las emisiones, reforzar el transporte público en zonas de baja densidad y fomentar alternativas como el “carpooling” (práctica de movilidad en la que varias personas comparten un mismo vehículo para realizar un trayecto común), todo ello apoyado en datos fiables y en mecanismo de evaluación continuos. Esta evolución convierte a la ciudad en un escenario especialmente adecuado para contrastar metodologías comparativas, ya que dispone de una base documental amplia y de un historial verificable de transformaciones

derivadas de su planificación estratégica (European Commission, 2012; Vitori-Gasteiz City Council, 2012).

El estudio de Vitoria-Gasteiz aporta, además, un componente metodológico especialmente relevante: su condición de ciudad de escala intermedio. Con cerca de 250.000 habitantes, se sitúa en un nivel demográfico suficientemente amplio como para contar con sistemas de transporte avanzados, pero sin alcanzar la complejidad de las grandes áreas metropolitanas, donde la gobernanza es más dispersa y las variables de planificación se multiplican. Esta dimensión permite observar con claridad cómo se implementan políticas de movilidad sostenible en un entorno urbano que combina densidad, compacidad, una presión de tráfico interurbano moderada y una red verde consolidada. Un contexto de este tipo -ni reducido ni metropolitano- resulta especialmente útil para poner a prueba la solidez del marco metodológico antes de aplicarlo a ciudades mucho más pequeñas, donde los recursos técnicos, económicos y administrativos presentan limitaciones significativas (European Commission, 2012)

### 11.2 Koprivnica (Croacia) como caso de estudio

Koprivnica es uno de los casos más destacados en materia de movilidad sostenible aplicada a ciudades pequeñas dentro del ámbito europeo. Su relevancia no se limita a haber sido la primera ciudad croata en aprobar un “Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP)” en 2015, sino que se apoya también en una trayectoria previa bien consolidada, basada en la movilidad activa, la planificación urbana integrada y la capacidad de innovación institucional. Desde comienzos de los años 2000, la ciudad había impulsado modelos de desplazamientos ciclista y peatonal mediante programas como **Town on the Move** y **Streets for People**, iniciativas que favorecieron un incremento notable del uso de la bicicleta y de la caminabilidad, hasta alcanzar valores cercanos al 40% en el centro urbano. Estos avances, además, situaron a Koprivnica en el mapa europeo gracias al **European Mobility Week Award 2007** (CIVITAS, 2021). Sobre esta base consolidada se pudo desarrollar posteriormente el SUMP, cuyo diagnóstico integró encuestas de movilidad, análisis de patrones de desplazamientos y estudios de conectividad, todo ello dentro de un proceso participativo que reforzó una visión común entre ciudadanía, personal técnico y responsables municipales (EU Urban Mobility Observatory, 2019).

La ciudad sobresale por su carácter pionero en la electrificación y en la transición energética aplicada a la movilidad urbana. Diversos trabajos técnicos, como el de Šimunec et al. (2019), destacan su incorporación temprana de autobuses eléctricos, sistemas de bicicleta pública e infraestructuras inteligentes de transporte basadas en “e-ticketing” (entrada digital en este caso para el transporte, con un código de barras o QR único), combinando interoperabilidad, procesos de digitalización y estrategias de intermodalidad orientadas a disminuir la dependencia del automóvil privado (Šimunec et al. 2019). PARALELAMENTE, LA IMPLICACIÓN DE Koprivnica en iniciativas europeas como **CIVITAS DYN@MO** impulsó la transferencia de conocimiento en electromovilidad, la cooperación entre niveles urbano-regionales y el desarrollo de políticas de movilidad activa, contribuyendo a configurar una estructura de gobernanza más avanzada de lo habitual en ciudades de su tamaño (EU Urban Mobility Observatory, 2019). En conjunto, estas actuaciones ponen de manifiesto una capacidad institucional poco común en municipios con menos de 40.000 habitantes y muestran cómo la innovación puede compensar limitaciones estructurales relacionadas con los recursos o la disponibilidad de personal técnico especializado.

A ello se añade la amplia documentación accesible en plataformas especializadas como **SUMP Central**, donde el **Plan održive urbane mobilnosti Grada Koprivnice (2020)** detalla de forma sistemática actuaciones orientadas al calmado del tráfico, la ampliación y mejora de la red ciclista, la regulación del uso del espacio público, la formación y sensibilidad ciudadana y la creación de entornos urbanos con elevados estándares ambientales (SUMP Central, 2020). La estructura metodológica del plan, junto con su coherencia respecto al marco europeo de los SUMP, refuerza su valor como caso de estudio, ya que facilita la identificación de medidas operativas, indicadores de seguimiento y mecanismo de gobernanza que puedan ser replicados en otras ciudades pequeñas.



Figura 8 Centro urbano de Koprivnica (<https://www.istockphoto.com/es/fotos/koprivnica>)

Finalmente, la importancia del caso de Koprivnica va más allá de su propio contexto nacional, algo que se refleja en el creciente interés internacional por su modelo de desarrollo urbano. Informes recientes, como el elaborado por **Friedrich-Ebert-Stiftung (FES)** en 2025, la describen como una “municipalidad faro” en ámbitos como la transición ecológica, la movilidad sostenible y la innovación socioeconómica. Esta misma, ha sido seleccionada como destino para visitas técnicas de otros municipios europeos que buscan adaptar estrategias de movilidad inclusiva en territorios de baja densidad (FES Kosova, 2025). En la misma línea, documentos elaborados por organismos como CIVINET destacan el papel de la ciudad en la articulación conjunta de políticas verdes, energéticas y de movilidad, gracias a proyectos que combinan eficiencia energética, urbanismo sostenible y participación ciudadana (Perković, 2022). Todo ello consolida la relevancia de Koprivnica como caso de estudio, al ofrecer un equilibrio singular entre las limitaciones propias de una ciudad pequeña y una notable capacidad de innovación, demostrando que es posible implementar medidas ambiciosas sin depender de estructuras administrativas complejas ni de marcos regulatorios especiales. Por estas razones, se configura como referente replicable para otras ciudades pequeñas europeas.

### 11.2.1 Justificación comparativa

La selección conjunta de Vitoria-Gasteiz y Koprivnica responde a la intención de contrastar el marco metodológico en dos contextos urbanos que, aunque diferentes, resultan complementarios. Vitoria-Gasteiz, como ciudad intermedia con una sólida trayectoria en sostenibilidad y reconocida como European Green Capital 2012, ofrece un escenario consolidado que permite analizar políticas ya asentadas, la continuidad de estrategias a largo plazo y la presencia d sistema de movilidad avanzados integrados en un tejido urbano compacto (European Commission, 2012). Por su parte, Koprivnica -primera ciudad de Croacia en adoptar un SUMP en 2015- representa un entorno de menor escala caracterizado por altos niveles de innovación pese a contar con recursos limitados, una movilidad activa especialmente desarrollada y un proceso de planificación participativa apoyado en programas europeos como CIVITAS DYN@MO (EU Urban Mobility Observatory, 2019; CIVITAS, 2021). La combinación de ambos casos permite evaluar hasta qué punto la metodología es capaz de adaptarse a distintos niveles de madurez institucional, capacidades administrativas y ritmos de implementación.

Asimismo, ambas ciudades disponen de un conjunto amplio y diverso de documentación, lo que permite realizar un análisis comparativo sólido. En el caso de Vitoria-Gasteiz, la ciudad ofrece un marco estratégico bien estructurado, con indicadores de evolución temporal y políticas ya consolidadas, especialmente recogidas en su dossier Green Capital. Koprivna, por su parte, proporciona información detallada a través de plataformas como SUMP Central, junto con aportaciones de la literatura académica sobre intermodalidad y electromovilidad (Šimunec et al. 2019), así como evaluaciones internacionales que la señalan como un “municipio faro” en materia de sostenibilidad urbana (FES Kasova, 2025). Esta variedad de fuentes asegura que la comparación no se limite a un único enfoque técnico, sino que se apoye en una perspectiva amplia y plural, aumentando la solidez del contraste y permitiendo comprobar si el marco metodológico es capaz de detectar patrones comunes y también las carencias tanto en un contexto urbano consolidado como en otro en proceso de consolidación.

### **11.3 Vitoria-Gasteiz. Análisis detallado del PMUS/PMSEP**

#### **11.3.1 Intorudcción y alcance**

El Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público (PMSEP) 2021-2025 de Vitoria-Gasteiz quedó aprobado de forma definitiva en octubre de 2022. El documento reúne, bajo nueve grandes objetivos estratégicos, un conjunto amplio de medidas y de indicadores para hacer su seguimiento, dando continuidad al camino actualizaciones posteriores.

En 2025, el Ayuntamiento presentó una evolución intermedia -327 páginas- junto con un informe resumen. En ambos se analizan los avances logrados, las desviaciones detectadas y la información que aún falta por completar. Este trabajo sirve de base para la actualización del plan para el periodo 2026-2030, ya en elaboración y acompañada de un proceso participativo abierto (Elkargune, buzón ciudadano y reuniones con distintos sectores)

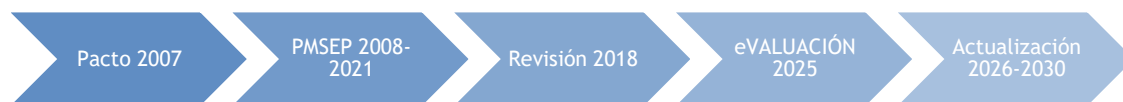


Figura 9. Cronograma/hitos del PMSEP 2006-2026 (línea de tiempo) ([Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz](#))

### 11.3.2 Contexto y marco estratégico del Plan

El PMSEP se apoya en un marco normativo amplio y claramente multinivel que condiciona tanto su diseño como su sistema de seguimiento. En el plano europeo, el plan se alinea con las directrices marcadas por el Pacto Verde Europeo, cuyo objetivo es avanzar hacia una movilidad neutra en carbono, y con la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente, que establece la transición hacia modos limpios y digitalizado. A ello se suman normativas específicas como la Directiva de Calidad del Aire y la Directiva de Ruido Ambiental, que obligan a los municipios a adaptar medidas que reduzcan emisiones contaminantes y la exposición al ruido.

En el ámbito estatal, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética introduce un requisito clave para ciudades de más de 50.000 habitantes: la implantación de Zon de Bjaas Emisiones (ZBE), lo que refuerza el papel del PMSEP como instrumento de planificación que debe integrar criterios de calidad del aire, eficiencia energética y reducción de emisiones.

En cuanto a su arquitectura interna, el PMSEP se estructura mediante un encadenado estratégico bien definido: principios rectores → objetivos estratégicos (OE1 – OE9) → líneas de actuación → acciones → indicadores. Esta jerarquía permite pasar de los planteamientos generales a actuaciones concretas y medibles, facilitando la evaluación del grado de avance de cada bloque. La Evaluación 2025 revisa de forma exhaustiva este esquema, analizando la metodología empleada, los instrumentos de seguimiento disponibles y las desviaciones identificadas tanto en las intervenciones como en los indicadores de desempeño.

Además del análisis técnico, la evaluación introduce un diagnóstico que sintetiza fortalezas del plan y los retos detectados a mitad de ciclo. A partir de esta revisión, el documento plantea una serie de ajustes en los objetivos en el sistema de seguimiento, con el fin de mejorar la coherencia interna del plan y su capacidad de medir resultados. Estas propuestas se orientan directamente a la actualización prevista para el periodo 2026-2030, actualmente en elaboración y acompañada de un proceso participativo abierto.

### 11.3.3 Gobernanza y participación

Vitoria-Gasteiz cuenta con una estructura de gobernanza consolidada en materia de movilidad sostenible. Desde la aprobación del Pacto Ciudadano por la Movilidad en 2007, la ciudad ha ido configurando un ecosistema participativo estable, en el que el Foro/Elkargune actúa como espacio permanente de diálogo entre administración, ciudadanía y agentes socioeconómicos. A ello se suman mecanismos complementarios, como exposiciones itinerantes, el buzón ciudadano y encuentros sectoriales, que facilitan la comunicación bidireccional y la implicación continua de la población.



Figura 10 Firma de El Pacto Ciudadano por la Movilidad Sostenible de Vitoria-Gasteiz (Abril 2007). ([Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público - Pacto Ciudadano por la Movilidad Sostenible](#))

Esta arquitectura participativa ha acompañado tanto la elaboración como la revisión y aprobación del PMSEP 2021-2025, y vuelve a activarse para el proceso de actualización del ciclo 2026-2030. En esta nueva fase, además, el Ayuntamiento refuerza la dimensión de cogobernanza interna, promoviendo la coordinación entre departamentos municipales y haciendo públicas las actas y materiales generados durante las sesiones participativas.

La documentación técnica emitida por el propio Ayuntamiento refleja con claridad este modelo, destacando la importancia otorgada a la transparencia, la rendición de cuentas y la participación estructurada como elementos centrales de la planificación de la movilidad en la ciudad.

### **11.3.4 Movilidad activa (peatón y bicicleta)**

#### **11.3.4.1 Peatón: compacidad, continuidad y espacio público**

Vitoria-Gasteiz se caracteriza por un modelo urbano compacto y muy favorable para el desplazamiento a pie. La ciudad lleva década impulsando la movilidad peatonal, y hoy cuenta con más de 500.000 m<sup>2</sup> de áreas peatonalizadas, tramas con aceras amplias, pasos adaptados y una red continua de itinerarios urbanos que ronda los 33 km, enlazando los diferentes barrios con el Anillo Verde, que suma aproximadamente 80 km de recorridos. Esta estructura urbana facilita que las distintas medias de los desplazamientos sean reducidas, lo que favorece a los trayectos a pie y permite una conexión fluida con el transporte público. Todo ello constituye uno de los principios básicos del PMSEP, que sitúa a la movilidad activa y a la recuperación del espacio público en el centro de su estrategia (Revisión del PMSEP de Vitoria-Gasteiz).

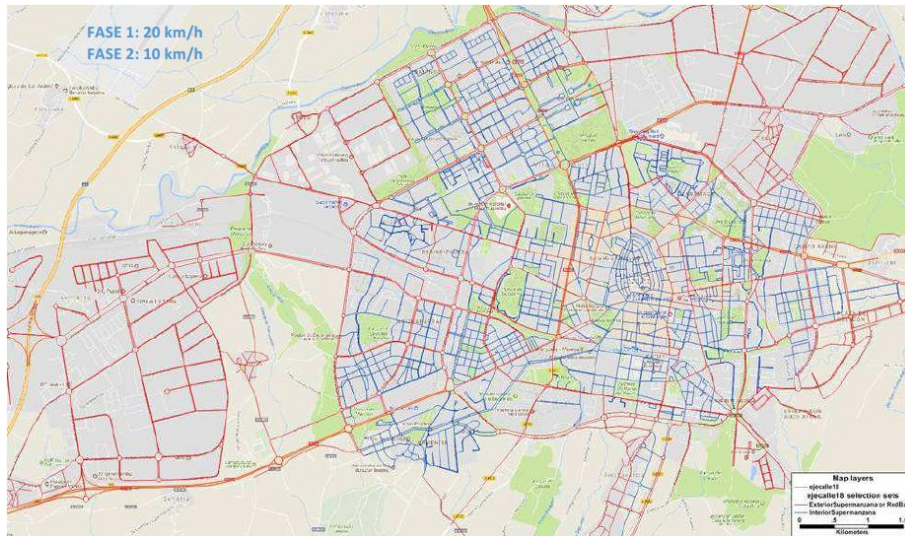


Figura 11 Red peatonal consolidada y calidad del espacio público de Vitoria-Gasteiz ([Panif\\_mov\\_VG\\_20181121\\_baja](#))

La Evaluación incorpora nuevos análisis sobre hábitos de movilidad, funcionamiento de la red peatonal y niveles de accesibilidad. En este marco, los objetivos OE1 y OE2 refuerzan la necesidad de consolidar entornos de gran calidad peatonal y mejorar la seguridad vial, integrando herramientas de seguimiento que se coordinan con la normativa vigente en materia de ruido y calidad del aire. Estos instrumentos permiten valorar de manera más precisa el impacto real de las intervenciones en la experiencia del peatón y en la salud urbana.

### 11.3.4.2 Bicicleta: jerarquía y cobertura

Vitoria-Gasteiz se ha consolidado como una de las ciudades líderes en movilidad ciclista a escala estatal y europea. Su red de bidegorris, pioneras en España, supera actualmente los 180 km de longitud, resultado de un proceso continuado de ampliación y mejora, que en 2025 incorporó 2.6 km adicionales en barrios como Sansomendi, Ariznabarra, San Martín o Gaxalbide-Texagorritxu, con el objetivo de eliminar discontinuidades y reforzar la conectividad ciclista entre barrios y ejes urbanos principales.

La extensa infraestructura ciclista se caracteriza por su alta accesibilidad urbana: la práctica totalidad de la población reside a menos de 250 metros de algún tramo de la red principal, lo que facilita el uso cotidiano de la bicicleta y contribuye al aumento sostenido del reparto modal.

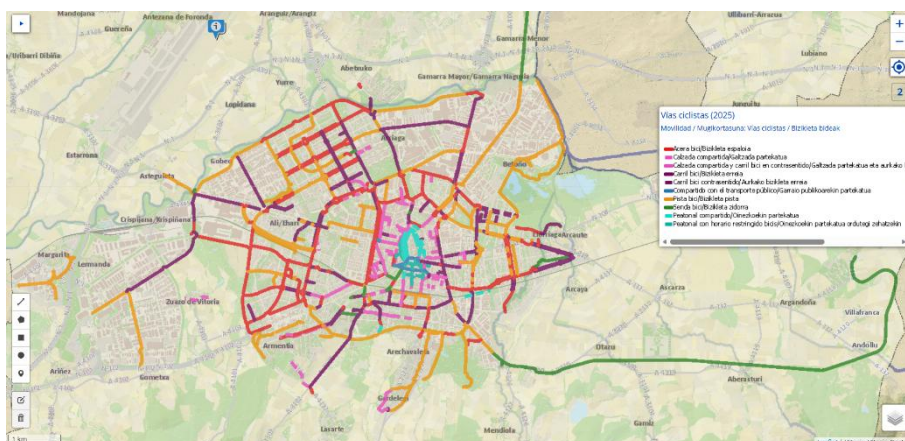


Figura 12 Vías ciclistas Vitoria-Gasteiz 2025 ([Vías ciclistas \(2025\)](#))

Además, la ciudad fue galardonada con un Premio Bikefriendly por su red de aparcamientos seguros, valorando su planificación de larga duración y su contribución a la convivencia urbana.

Más recientemente, el Copenhagenize Index 2025 ha situado a Vitoria-Gasteiz en el puesto 27 del mundo, la primera ciudad del Estado en entrar en este ranking internacional, destacando su infraestructura continua, la seguridad vial, los servicios asociados y la participación ciudadana en la política ciclista.

Infraestructura de aparcamientos: VGBizi, red pública y nuevos servicios

El desarrollo de la red ciclista se complementa con una amplia oferta de aparcamiento. La ciudad dispone de más de 17.300 plazas de aparcabicis en superficie (tras la instalación de 1.170 nuevas plazas en 2024), distribuidas en ubicaciones estratégicas seleccionadas a partir de estudios de demanda y participación ciudadana.

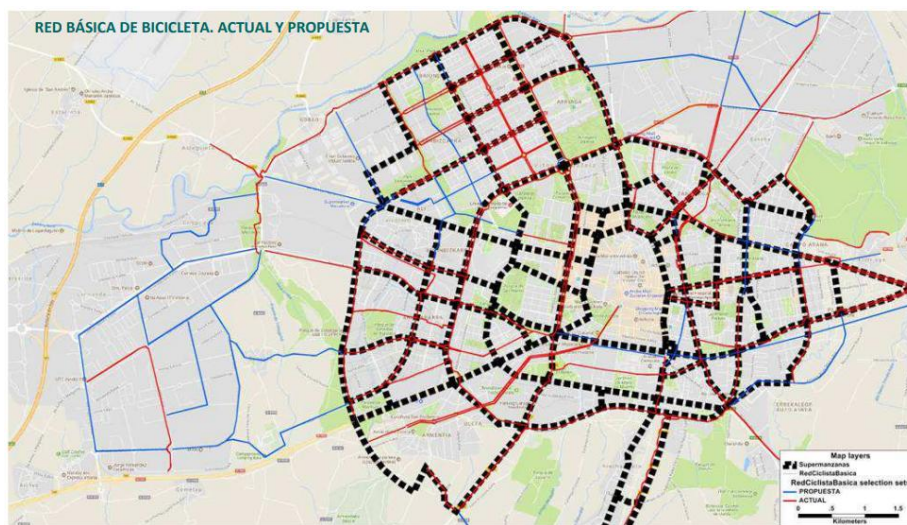


Figura 13 Red de supermanzana y carriles bici ([Panif\\_mov\\_VG\\_20181121\\_baja](#))

A ello se suma la red de VGBiziz, formada por 20 aparcamientos cubiertos y vigilados que suman 1.304 plazas, disponibles en 24 horas y concebidos para ofrecer seguridad y comodidad a los usuarios. La red registra un uso creciente, con un 30% más de movimientos en el último año y más de 316.000 operaciones en octubre de 2025, lo que refleja su aceptación como herramienta de impulso al uso diario de la bicicleta.

En paralelo, el Ayuntamiento ha puesto en marcha el proyecto piloto BIZILEKU, que incorpora 35 plazas de aparcamiento seguro para residentes mediante módulos transparente, con videovigilancia y alimentación fotovoltaica. Este formato, diseñado para personas sin espacio doméstico para guardar la bicicleta, ofrece tarifas bonificadas en función del uso y constituye un elemento para ampliar el perfil de usuarios y facilitar su incorporación al ciclismo urbano.



Figura 14 ( Los tres aparcabicis cubiertos para residentes ya funcionan en Vitoria-Gasteiz)

### **Contribución al cambio modal y a la calidad urbana**

La combinación de una red extensa y conectada, aparcamientos seguros, actuaciones de calmado y proyectos de innovación ha favorecido la aceptación social del uso de la bicicleta como modo de transporte cotidiano. Este ecosistema ciclista, reforzado por eventos, campañas formativas y planificación estratégica, constituye un modelo exportable a ciudades de tamaño medio con potencial para la movilidad activa.

La evolución reciente confirma la eficacia del enfoque aplicado en Vitoria-Gasteiz: la expansión progresiva de la infraestructura, la mejora de la seguridad vial y la consolidación de servicios ciclistas están contribuyendo a una reducción del uso del vehículo privado y a un entorno urbano más saludable, accesible y alineado con los principios de sostenibilidad que guían la estrategia municipal.

### **Tecnología aplicada**

La ciudad cuenta con sistemas de información en tiempo real, accesibles mediante aplicaciones móviles y paneles electrónicos instalados en las paradas, lo que optimiza la experiencia del usuario y mejora la eficiencia operativa del transporte público.

### **Infraestructura urbana y viaria**

La ciudad presenta una estructura viaria jerarquizada que prioriza la movilidad activa y el transporte público. Los principales ejes de circulación se concentran en las avenidas Gasteiz, Portal de Castilla y Portal de Foronda, que soportan gran parte del tráfico motorizado. Paralelamente, se han implementado supermanzanas, reorganizando la circulación interna para reducir el tráfico de paso y recuperar espacio público para peatones y ciclistas.

La red ciclista, integrada con el transporte público, garantiza que cualquier residente disponga de acceso a carriles bici a menos de 250 metros de su vivienda. Además, la ciudad cuenta con

aparcamientos disuasorios en la periferia, destinados a reducir la entrada de vehículos al centro urbano.

### Principales ejes de circulación

La estructura de Vitoria-Gasteiz se organiza en torno a una red jerarquizada que combina vías principales para el tráfico motorizado con calles de prioridad peatonal. Los ejes de circulación más relevantes son las avenidas Gasteiz, Portal de Castilla, Portal de Foronda y Portal de Zurbano, que concentran gran parte del flujo de vehículos privados y transporte público. Estas arterias conectan el centro urbano con los barrios periféricos y las áreas industriales, constituyendo puntos críticos en términos de congestión y emisiones.

Para mitigar estos impactos, el PMUS y el PMSEP han impulsado la creación de supermanzanas, reorganizando la circulación interna de los barrios para reducir el tráfico de paso y recuperar espacio público para peatones y ciclistas.

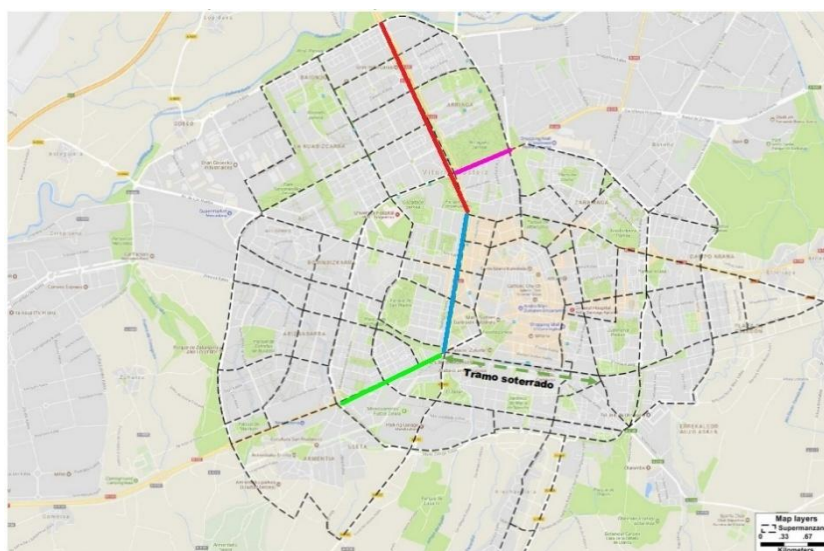


Figura 15 Localización de los principales ejes viarios y supermanzanas. Av. Gasteiz (Azul), Av. Portal de Castilla (Verde), Av. Portal de Foronda (Rojo), Av. Portal de Zurbano (Rosa). Fuente: Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz

### Aparcamientos y gestión del estacionamiento

La ocupación de la calzada por vehículos sigue siendo uno de los principales retos para la movilidad urbana sostenible en Vitoria-Gasteiz. Esta situación reduce la disponibilidad de espacio público para peatones y ciclistas, generando conflictos de convivencia y limitando la calidad del entorno urbano. El **Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público (PMSEP)** aborda este problema mediante una estrategia integral orientada a optimizar la oferta de aparcamiento y reducir la presión sobre el centro urbano.

Entre las medidas más relevantes se encuentran:

- **Adecuación de la oferta de aparcamiento residencial y de rotación** a las necesidades reales, evitando sobreocupación en zonas críticas.
- **Restricción del aparcamiento para no residente en el centro**, con el objetivo de desincentivar el acceso en vehículo privado y fomentar el uso del transporte público.

- **Soluciones integradas para el comercio**, garantizando aparcamientos complementarios vinculados a la red de transporte público para facilitar la actividad económica sin comprometer la sostenibilidad.

El Ayuntamiento ha elaborado un Plan Director de Aparcamientos, que analiza la oferta y demanda en toda la ciudad y propone la construcción y gestión de aparcamientos subterráneos como alternativa eficiente para liberar espacio en superficie. Esta planificación se complementa con la implantación de aparcamientos disuasorios en la periferia, conectados con el transporte público, que permiten acceder al centro sin necesidad de utilizar el coche en todo el recorrido. Actualmente la ciudad dispone de seis parkings disuasorios estratégicamente ubicados para facilitar la intermodalidad.

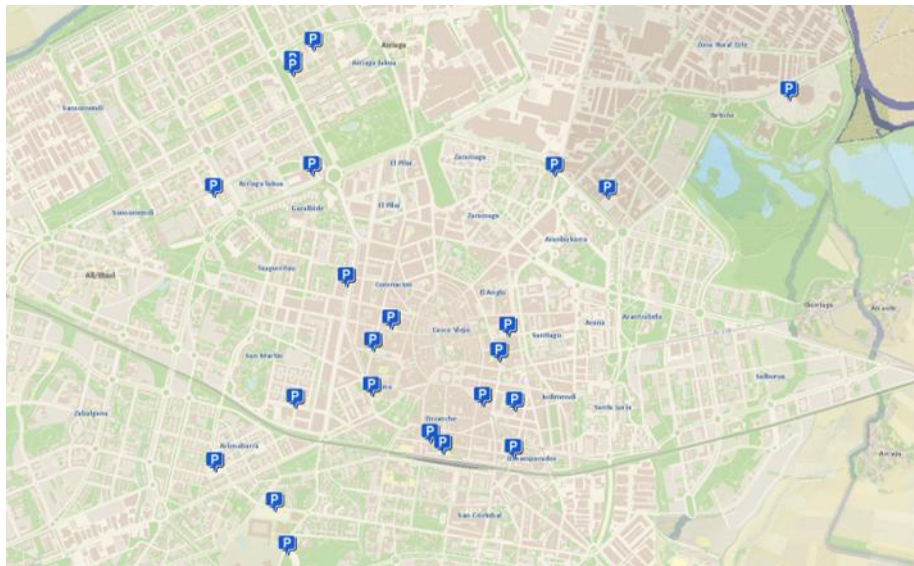


Figura 16 Localización de aparcamientos disuasorios ([Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - GEO Vitoria-Gasteiz](#))

### 11.3.5 Transporte público (TP): red, prioridad y evaluación

Vitoria-Gasteiz cuenta con un sistema de transporte público diversificado y diseñado para reducir la dependencia del automóvil, articulado principalmente por los autobuses urbanos de TUVISA y la red tranvía operada por Euskotrene. La red de autobuses dispone de más de quince líneas que conectan los distintos barrios con el centro y con los principales polos urbanos, ofreciendo frecuencias en torno a los 10-15 minutos en hora punta y complementándose con servicios nocturnos (Gautxori). En paralelo, la flota avanza progresivamente hacia la electrificación, en la línea con los objetivos de descarbonización recogidos en el PMUS y el PMSEP.

El tranvía, estructurado en dos líneas que enlazan áreas residenciales como Salburua y Zabalgana con el centro y la universidad, constituyen un elemento clave para la consolidación del transporte público estructurante. Su integración tarifaria con TUVISA facilita la intermodalidad, mientras que las actuaciones dirigidas a mejorar su eficiencia -como la prioridad semafórica o las plataformas reservadas- contribuyen a atraer viajeros y a reducir el uso del vehículo privado. Además, la ampliación de la red hacia nuevos desarrollos urbanos fortalece su papel dentro del sistema. Este planteamiento es coherente con las directrices del Nuevo Marco

Europea de Movilidad Urbana (COM(2021)811), que sitúa al transporte público, la caminabilidad y la bicicleta como ejes fundamentales de la movilidad sostenible.

En el ámbito de los modos activos, Vitoria-Gasteiz se ha consolidado como referencia estatal en movilidad ciclista. La ciudad dispone de una red ciclable de más de 160 km y de un sistema amplio de aparcamientos seguros que supera las 16.000 plazas, reforzado por iniciativas como VGBiziz o el proyecto BIZILEKU, que introduce módulos cubierto con sistemas de video vigilancia y alimentación fotovoltaica. Este conjunto de infraestructuras y servicios contribuyen a reforzar la seguridad percibida, facilitar los desplazamientos diarios en bicicleta y consolidar la movilidad activa como alternativa real al coche.

### Datos de uso y reparto modal

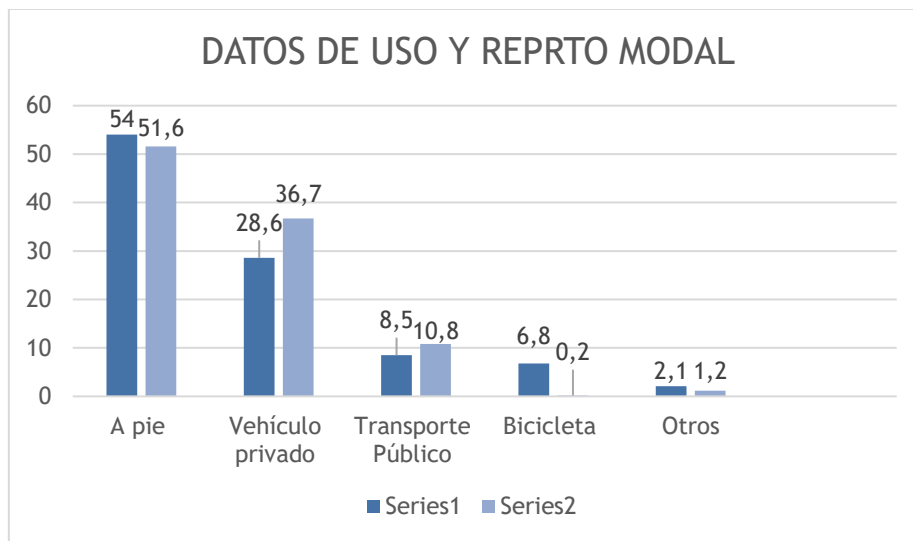


Figura 17 Comparativa de la distribución modal de Vitoria-Gasteiz (Serie 1) con otras ciudades españolas mediana/pequeñas (Serie 2) ([Diapositiva 1](#))

#### 11.3.5.1 Autobuses urbanos (TUVISA)

La red municipal de autobuses de Vitoria-Gasteiz, gestionada por TUVISA, articula más de 15 líneas que conectan barrios y polos estratégicos con el centro, y opera cambios periódicos de recorridos y horarios para mejorar la cobertura y la puntualidad (por ejemplo, las modificaciones de septiembre de 2024 en L3, L5, L6 y L7).



Figura 18 Líneas y recorridos, mapa completo de la red de TUVISA ([Mapa completo y todos los horarios de la 'nueva' red de Tuvisa](#))

En hora punta, las frecuencias objetivas se sitúan en el entorno de 10-15 minutos con ajuste específicos por franja y corredor; además, el servicio se complementa con el Gautxoi nocturno (viernes, sábados y vísperas de festivos) que enlaza el centro con los barrios mediante varias rutas nocturnas con salidas programadas a lo largo de la madrugada.

El sistema integra tarificación y títulos multimodales (BAT, BARIK y Mugi) y trasbordos entre autobús y tranvía con bonificaciones, lo que favorece la intermodalidad y reduce los costes de viaje para el usuario habitual.

En materia de descarbonización, TUVISA ha acelerado la electrificación de la flota: tras incorporar 10 autobuses eléctricos adicionales a finales de 2024 (Irizar ie tram, con centro de electromovilidad y de despliegue inicial en la L4), la ciudad alcanzó en 2025 la cifra de 28 vehículos eléctricos sobre, aproximadamente, 95 unidades, y prevé superar el tercio de flota electrificada con nuevas adquisiciones en 2026.



Figura 19 Flota de autobús eléctricos ([Sitio web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz - Transporte público - Tarifas, trasbordos y formas de pago](#))

### 11.3.5.2 Tranvía de Vitoria-Gasteiz (Euskotren Tranbia)

El tranvía de Vitoria-Gasteiz constituye uno de los ejes estructuradores de la movilidad sostenible en la ciudad. El sistema empezó a funcionar el 23 de diciembre de 2008, con la primera conexión entre Ibaiondo y Angulema, lo que supuso la introducción de un modo de transporte eléctrico, accesible y de capacidad intermedia que reforzaba la red de transporte público existente. La infraestructura depende de la sociedad pública Euskal Trenbide Sarea (ETS), mientras que la operación corresponde a Euskotren, bajo la marca comercial Euskotren Tranbia.



Figura 20 Tranvía de Vitoria-Gasteiz (Euskotren Tranbia). ([Tranvía de Vitoria : Información](#) : [Horario](#) : [Líneas](#) : [Mapa](#) : [Precio](#) » [Tranvía](#))

Actualmente el tranvía opera dos líneas principales (TG1 y TG2) que conectan barrios en expansión como Salburua y Zabalzana con áreas centrales y con el campus universitario. En los últimos años, el sistema se ha ampliado mediante las prolongaciones hacia Salburua (2021) y Zabalzana (en fase inicial de implantación según actualizaciones recientes), reforzando su papel como columna vertebral del transporte metropolitano.

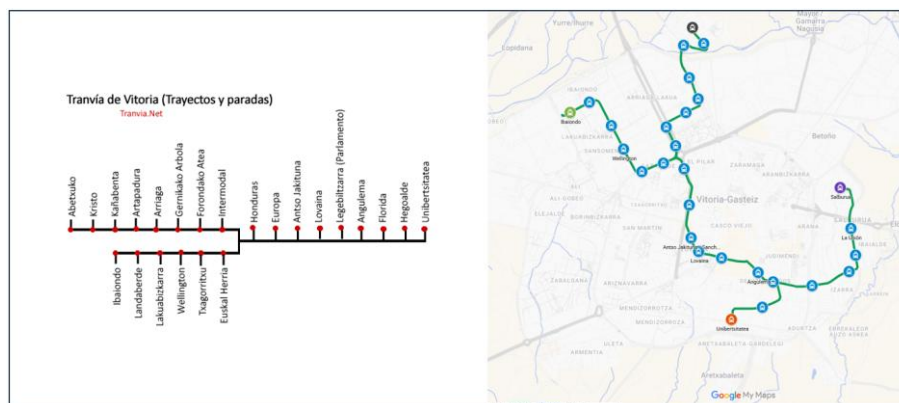


Figura 21 Tranvía de Vitoria-Gasteiz. (Trayectos y paradas) ([Tranvía de Vitoria : Información](#) : [Horario](#) : [Líneas](#) : [Mapa](#) : [Precio](#) » [Tranvía](#))

La red tranviaria se integra plenamente con el resto del sistema de transporte urbano gracias a la tarjeta BAT, compartida con TUVISA, Alavabus y otros operadores forales. Esta integración tarifaria permite realizar trasbordos bonificados entre tranvía y autobús durante un periodo de

50 minutos, lo que facilita la intermodalidad cotidiana y reduce los costes para el usuario habitual.

### **Horario y operación del servicio**

Los horarios del tranvía se estructuran de acuerdo con la demanda urbana, manteniendo un servicio estable durante toda la jornada:

- Lunes a viernes (laborables):
  - Ibaiondo – Universitatea: 06:00 – 23:10
  - Abetxuko – Florida: 06:00 – 23:00
- Sábados, domingos y festivos:
  - Ibaiondo – Universitatea: 06:30 – 23:10
  - Abetxuko – Florida: 06:51 – 23:00

Como refuerzo del sistema nocturno Gautxori, en eventos especiales (Nochevieja, Fiestas de La Blanca o Día del Blusa y la Neska) se activa un servicio tranviario nocturno con frecuencias de 30 minutos, que prolonga la operación hasta entrada la mañana y cubre las franjas de ocio nocturno.

### **Posicionamiento dentro de la movilidad sostenible**

El tranvía se considera un pilar de la planificación municipal debido a:

- Su demanda consolidada, con crecimiento continuo tras las ampliaciones.
- Su capacidad para estructurar nuevos desarrollos urbanos (especialmente en Salburua y Zabalgana).
- Su complementariedad con la red de autobuses urbanos y el BEI (Bus Eléctrico Inteligente)
- Su contribución a los objetivos del PMUS 2018, del PMSEP 2021-2025 y del futuro PMSEP 2026-2030, orientados a reducir emisiones y reforzar los modos sostenibles.

En conjunto, el tranvía actúa como el modo vertebrador de la movilidad eléctrica de alta fiabilidad, y se ha convertido en un elemento clave para reducir la dependencia del vehículo privado y mejorar la conectividad transversal.

## **11.4 Koprivnica – Croacia**

### **11.4.1 Introducción**

La ciudad de Koprivnica, situada en el norte de Croacia y con una población cercana a los 34.000 habitantes, constituye uno de los ejemplos más reconocidos de planificación avanzada en movilidad sostenible dentro de Europa Central. Aunque su tamaño es reducido en comparación con otras ciudades analizadas habitualmente en materia de movilidad, Koprivnica ha desarrollado una trayectoria especialmente significativa: fue la **primera ciudad croata en aprobar en Plan de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP) en 2015**, tras un proceso pionero que combinó participación ciudadana, cooperación multinivel y alineación estricta con las directrices metodológicas de la Comisión Europea (The Sustainable Urban Mobility Plan of the City of Koprivnica. 28 February 2019).

Desde comienzos de los años 2000, la ciudad empezó a aplicar medidas orientadas a la movilidad activa y la reducción del uso del vehículo privado. Esta línea de trabajo se intensificó mediante su participación en proyectos europeos como CIVITAS DYN@MO, que impulsaron tanto la elaboración del SUMP como la implantación de soluciones de transporte eléctrico, intermodalidad y rede ciclistas de altas accesibilidad.

El presente apartado analiza de manera detallada el modelo de movilidad de Koprivnica como estudio de caso, siguiendo una estructura paralela a la aplicada previamente en el análisis de Vitoria-Gasteiz. Su inclusión responde a un doble objetivo:

1. Explorar cómo ciudades pequeñas y medianas pueden liderar procesos de transición hacia movilidad sostenible, incluso careciendo inicialmente de red de transporte público y con limitaciones presupuestarias significativas.
2. Identificar medidas replicables en el contexto español, especialmente en ciudades con estructura urbana compacta y distancias cortas, donde los modos activos y la electromovilidad adquieren un papel central.

Este análisis se basa principalmente en las fuentes oficiales del SUMP de Koprivnica, el plan implementación del proyecto CIVITAS DYN@MO y diversos estudios publicados por organismos europeos.

#### **11.4.2 Contexto urbano y marco estratégico**

Koprivnica se caracteriza por una estructura urbana compacta, policéntrica a pequeña escala y dotada de una red de equipamientos bien distribuida. Su desarrollo histórico y su morfología favorecen desplazamientos cortos, lo que explica el elevado uso de bicicleta y el peatón como modos principales de acceso al centro. La ciudad se encuentra situada en un área estratégica, atravesada por el corredor TENT-T Mediterráneo, lo que actúa como eje estructurante. Este hecho constituye uno de los principales retos del SUMP debido al impacto ambiental y a la congestión asociada.

El SUMP concibe la movilidad como un elemento clave para consolidar un modelo de ciudad accesible, saludable y eficiente. La visión estratégica del plan se articula mediante cuatro principios:

##### **a) Movilidad activa como base del sistema urbano**

El plan establece una red de itinerarios peatonales y ciclistas conectados entre sí y vinculados a los principales nodos urbanos: zona universitaria, estación ferroviaria, centro histórico y barrios residenciales.

##### **b) Desarrollo progresivo del transporte público urbano**

Antes de 2015, Koprivnica carecía de autobuses urbanos. El SUMP sitúa como objetivo prioritario la creación de un sistema público, de bajas emisiones, con horarios regulares y conexión directa con el ferrocarril y la bicicleta pública.

##### **c) Integración de la electromovilidad en los servicios municipales y en la movilidad ciudadana**

La ciudad apostó por la adquisición de vehículos eléctricos municipales, estaciones de recarga y un sistema de “car-sharing” eléctrico pionero en Croacia.

#### **d) Gobernanza participativa y cooperación europea**

Koprivnica integra procesos de participación abiertos y periódicos, y se apoya en proyectos europeos para financiar y validar sus actuaciones. Su liderazgo llevó a la creación del Cento de Competencias SUMP para el Sureste Europeo, lo que refuerza la proyección internacional de la ciudad en materia de movilidad sostenible.

El marco estratégico del SUMP refleja una alineación explícita con la Guía Europa de los SUMP y con el enfoque de movilidad limpia, segura y eficiente promovido por la UE ( Sustainable Urban Mobility Plans: Concept, process, content & benefits).

### **11.4.3 Diagnóstico del sistema de movilidad**

El diagnóstico de Koprivnica previo a la implantación del SUMP ofrece una imagen clara de las principales oportunidades y desafíos de la ciudad:

#### **1. Predominio del automóvil en los desplazamientos regionales**

Aunque el centro urbano presenta un elevado uso del peatón y la bicicleta, las conexiones externas muestran un claro dominio del coche privado debido a la falta de alternativas de transporte público integradas.

#### **2. Falta de transporte público urbano**

Antes de 2015, Koprivnica no disponía de autobuses urbanos propios. El transporte escolar, las líneas regionales y el ferrocarril no cubrían adecuadamente las necesidades de movilidad interna. Este vacío constituía la principal debilidad del sistema.

#### **3. Potencial ciclista excepcional, pero infraexplotado**

Con más de 80 km de carriles bici y una cultura ciclista consolidada, la ciudad poseía una base sólida sobre la que crecer. Sin embargo, existían discontinuidades, falta de señalización y problemas de seguridad en intersecciones.

#### **4. Ausencia de una planificación avanzada y de datos actualizados**

La última referencia técnica relevante datada de finales de los 90. El SUMP introduce por primera vez métodos sistemáticos de recogida de datos, encuestas y análisis modal.

#### **5. Oportunidades urbanas derivadas de la compacidad**

La estructura urbana -corta, densa y multifuncional- permitía plantear soluciones de movilidad activa, eléctrica y transporte público eficiente con un coste proporcionalmente reducido.

### **11.4.4 Movilidad activa (peatonal y ciclista)**

La movilidad activa constituye el eje prioritario del modelo de movilidad urbana de Koprivnica y una de las características más diferenciadoras respecto a otras ciudades croatas. Aunque la ciudad había sido históricamente reconocida como la “ciudad de los ciclistas”, antes del

desarrollo del SUMP existían carencias que impedían consolidar un sistema plenamente funcional, seguro y continuo. Estas debilidades incluían la fragmentación de la red ciclista, la escasa jerarquización de itinerarios, la falta de criterios de diseño homogéneos y la insuficiente conexión con nodos clave como la estación ferroviaria, los centros educativos o los equipamientos sanitarios. El SUMP y los proyectos europeos asociados permitieron transformar este escenario de potencial desaprovechado en una estructura verdaderamente integrada de movilidad activa.

#### **11.4.4.1 Red ciclista estructurada: coherencia y continuidad**

El plan establece la definición de una red primaria y secundaria de itinerarios ciclistas, articulada a partir de una lectura precisa de los flujos urbanos y de la localización de los principales generadores de viajes. La red primaria conecta:

- El centro histórico
- La estación ferroviaria
- El campus universitario
- Los barrios residenciales de las coronas norte y oeste
- Y los grandes equipamientos como Podravka o el hospital

Este diseño responde a los principios europeos de jerarquía, conectividad y continuidad, permitiendo desplazamientos directos sin interrupciones y reduciendo puntos de conflicto con el tráfico motorizado.

En paralelo, la red secundaria actúa como una estructura complementaria que garantiza el acceso desde calles locales a los corredores principales, facilitando que cualquier residente se encuentre a menos de 200-250 metros de un itinerario ciclista funcional.

Antes de 2015 existían más de 70-80 km de infraestructura ciclista, pero distribuida sin planificación unitaria. El SUMP optimizó esta red, rellenó vacíos, creó conexiones estratégicas, y estableció criterios homogéneos de diseño, señalización y seguridad. Esto permitió convertir un sistema disperso en una malla coherente y atractiva incluso para usuarios menos experimentados (Union of the Baltic Cities. News from the CIVITAS DYN@MO Project).

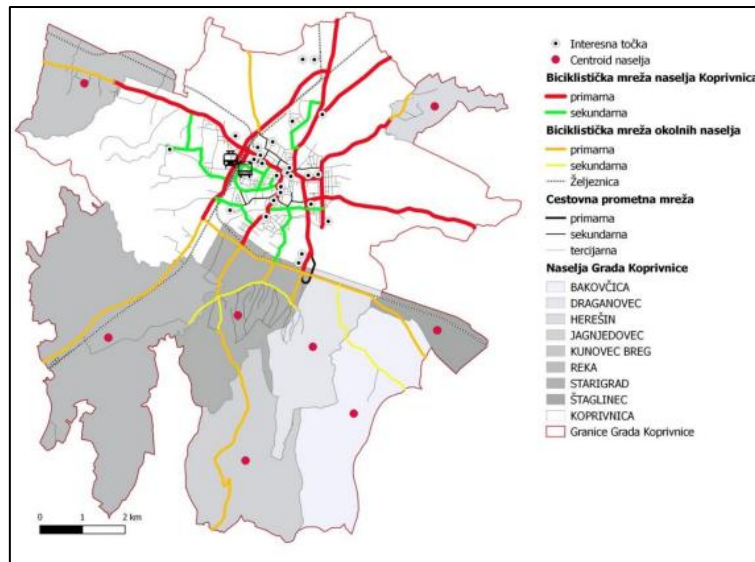


Figura 22 Red primaria y secundaria planificada de infraestructura ciclista de la Ciudad de Koprivnica ([SUMP-Koprivnica.pdf](#))

#### 11.4.4.2 Sistema de bicicleta público y bicicletas eléctricas (*Bicko*)

El sistema Bicko, dotado de bicicletas convencionales y eléctricas, cumple una función central en la intermodalidad de Koprivnica. No se trata únicamente de un servicio complementario, sino de un instrumento clave para resolver el último kilómetro en los desplazamientos vinculados al transporte público ferroviario y al transporte por autobús eléctrico.

Según datos municipales recogidos durante el proyecto CIVITAS, el sistema dispone de 60 bicicletas convencionales, 10 bicicletas eléctricas y 8 estaciones de préstamo, superando el millar de usuarios activos. Este despliegue, inusual para una ciudad de su tamaño, demuestra la apuesta de Koprivnica por ofrecer alternativas competitivas al vehículo privado (Plan održive urbane mobilnosti Grada Koprivnice – SUMP)

El SUMP destaca el carácter complementario entre la bicicleta pública y la red ciclista, optimizando su uso mediante la colocación de estaciones en:

- La estación ferroviaria
- El centro histórico
- El campus
- Los equipamientos sanitarios
- Los nodos comerciales

Ello reduce recorridos a pie y mejora la conectividad modal, especialmente en horas punta.



Figura 23 Estacionamiento de bicicletas “Bicko” ([Obavijest za korisnike Bicko sustava - Grad Koprivnica](#))

#### 11.4.4.3 Medidas de calmado de tráfico y prioridad peatonal

El peatón ocupa un lugar central en el visión urbano de Koprivnica, en línea con las recomendaciones europeas para ciudades compactas. El plan incorpora:

- Ampliación de aceras
- Pacificación del tráfico en calles residenciales
- Zonas 30 km/h
- Áreas peatonalizadas en el centro
- Espacios de convivencia (shared space), especialmente en plazas y calles históricas.

Esta intervención tiene un efecto directo en la seguridad vial y en la calidad urbana, fomentando la permanencia en el espacio público y reduciendo el protagonismo del automóvil. La percepción de seguridad es clave para incrementar el uso de los modos activos, especialmente entre escolares y personas mayores (Plan održive urbane mobilnosti Grada Koprivnice – SUMP)

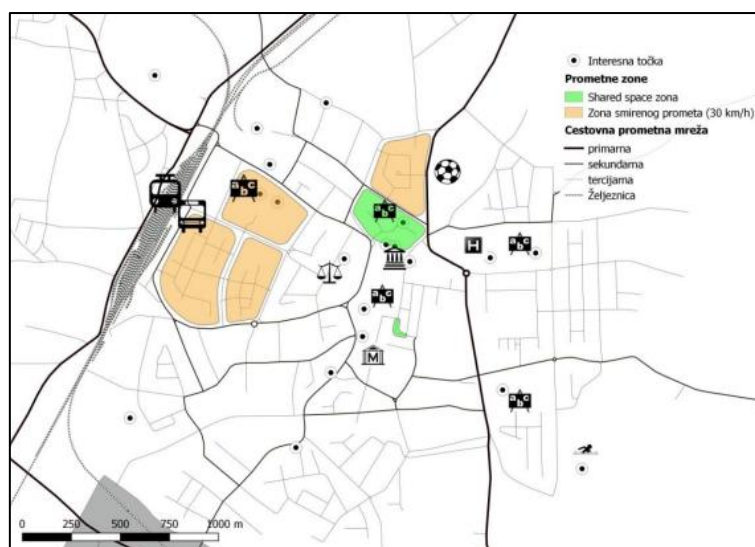


Figura 24 Plan de introducción de zonas de 30 km/h, zonas de tráfico calmado y zonas de espacio compartido ([SUMP-Koprivnica.pdf](#))

#### **11.4.4.4 Educación, campañas y cultura ciclista**

Koprivnica cuenta con una tradición destacada de participación en la European Mobility Week, siendo galardonada con el premio europeo en 2007 por su compromiso con la movilidad sostenible. Esta trayectoria de sensibilidad ha permitido consolidar una cultura ciclista sólida y colaborativa (Koprivnica SUMP implementation plan)

El SUMP incluye campañas educativas para:

- Promover el uso seguro de la bicicleta
- Integrar la movilidad activa en centros educativos
- Concienciar sobre la seguridad vial
- Reforzar la intermodalidad como hábito cotidiano

El enfoque social complementa la inversión en infraestructura, proporcionando un marco integral que explica el éxito de la movilidad activa de Koprivnica.

#### **11.4.5 Transporte público e intermodalidad**

Una de las transformaciones más significativas de Koprivnica fue la creación de un sistema de transporte público urbano, inexistente hasta 2015. Este elemento resulta central para entender la transición desde un modelo dependiente del coche había un sistema sostenible basado en alternativas reales y eficientes.

##### **11.4.5.1 Situación previa: ausencia total de transporte público urbano**

Antes de la ejecución del plan, la movilidad interna se apoyaba exclusivamente en el vehículo privado, el taxi, el transporte escolar y las líneas regionales no integradas. El diagnóstico consideraba esta carencia como el principal obstáculo para avanzar hacia un modelo multimodal (Union of the Baltic Cities. News from the CIVITAS DYN@MO Project).

##### **11.4.5.2 Diseño del primer sistema de transporte público: minibuses eléctricos**

El primer sistema urbano se implementó gracias al proyecto CIVITAS DY@MO, que permitió financiar la adquisición de dos minibuses eléctricos y el diseño de rutas experimentales. Estas líneas estructuraron la red inicial alrededor de:

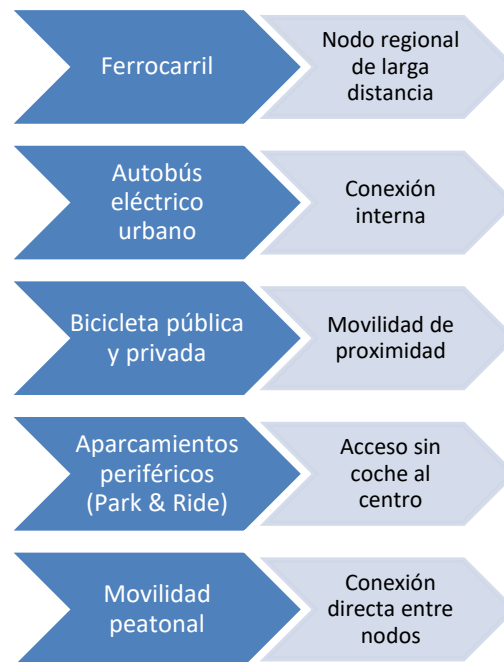
- Estación de tren
- El campus universitario
- El centro histórico
- Los barrios residenciales más densos

La propuesta técnica definió itinerarios regulares con frecuencias de 30-60 minutos, atendiendo a la demanda potencial y a la necesidad de generar confianza entre los ciudadanos.

Este hito convirtió a Koprivnica en la primera ciudad croata con transporte público 100 % eléctrico, reconocido por entidades europeas de movilidad sostenible (Smart urban mobility planning. Koprivnica, Croatia).

##### **11.4.5.3 Intermodalidad: integración real entre modos**

La intermodalidad se plantea como el núcleo operativo del modelo de Koprivnica. El SUMP propone una articulación funcional basada en:



La estación ferroviaria actúa como nodo intermodal central. La ubicación de estaciones Bicko y paradas de autobús en su entorno inmediato -a menos de 150 metros- facilita conexiones puerta a puerta sin dependencia del coche (CIVITAS. Koprivnica, Croatia)

Además, se proyecta un sistema de integrated ticketing, permitiendo utilizar varios modos con un único título de transporte. Aunque su implicación definitiva quedó prevista para fases posteriores, el marco técnico y operativo ya está definido.

#### 11.4.6 Electromovilidad

la electromovilidad constituye uno de los pilares centrales del modelo sostenible de Koprivnica y uno de los ámbitos en los que la ciudad ha ejercido un liderazgo más destacado dentro de su región. Gracias a su participación en programas europeos como CIVITAS y a una estrategia local orientada a transición energética, Koprivnica ha consolidado un ecosistema integral que combina vehículos eléctricos, bicicletas eléctricas, infraestructuras de recarga y un sistema municipal de car-sharing eléctrico, puesto en marcha con una flota inicial de siete vehículos y vinculado a la red de recarga pública del programa HEP Elen. Con más de doscientos usuarios en sus primeras fases, este sistema permitió optimizar el uso de la flota pública, integración posterior en la movilidad laboral de diversas entidades públicas de la ciudad reforzó su eficiencia y consolidó un modelo de gestión eficiente y replicable (Koprivnica SUMP implementation plan)

el despliegue de infraestructura de recarga ha sido igualmente decisivo para sostener el crecimiento del parque eléctrico local. Koprivnica cuenta actualmente con varias estaciones de carga rápida situadas en ubicaciones estratégicas como la empresa Podracka, el mercado municipal, el campus universitario, la sede de Komunalac y las instalaciones de HEP, garantizando así la accesibilidad a la recarga tanto para vehículos municipales como privados.

Este entramado, además, facilita la integración funcional entre la electromovilidad y el sistema de transporte urbano, contribuyendo a un modelo energético más limpio y resiliente (Koprivnica SUMP implementation plan).

El impulso a la movilidad eléctrica se extiende también a la movilidad ciclista mediante el sistema Bicko, que incorpora bicicletas eléctricas alimentadas con energía renovable. Este enfoque complementa la movilidad activa tradicional al hacerla accesible para personas mayores, usuarios con limitaciones físicas o personas que realizan trayectos más largos, ampliando así el rango de población que puede optar por modos sostenibles. La combinación entre red ciclista consolidada y autobuses eléctricos configura un sistema intermodal coherente alineado con la visión de Koprivnica como una ciudad innovada, saludable y orientada a la neutralidad climática.

Dentro de este marco, destaca además el proyecto del Campus Zero CO<sub>2</sub>, iniciativa que impulsa la integración de vehículos eléctricos, puntos de recarga y tecnologías limpias en el entorno universitario. Más allá de su función operativa, el campus actúa como un laboratorio urbano destinado a la experimentación, la educación ambiental y el testeo de soluciones piloto, posicionándose como espacio clave para la formación de nuevos perfiles técnicos y para la transferencia de conocimiento en sostenibilidad y electromovilidad.

#### **11.4.7 Gestio del tráfico y del espacio público**

La gestión del tráfico constituye uno de los componentes esenciales del SUMP de Koprivnica, debido a la presencia de un volumen elevado de vehículos que atraviesa el centro urbano procedentes de la carretera nacional y del corredor TENT-T Mediterráneo, con picos que alcanza los 24.000 vehículos diarios, una cifra muy significativa para una ciudad de su tamaño. Esta previsión viaria es uno de los principales retos identificados en el plan, tanto por su impacto en la congestión como por su efecto en ruido, calidad del aire y seguridad vial (Koprivnica SUMP implementation plan).

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Koprivnica establece un conjunto de medidas orientadas a reorganizar el sistema viario para reducir la velocidad, priorizar la seguridad, optimizar la seguridad, optimizar la circulación y mejorar la habitabilidad del espacio público. Entre los elementos clave destaca los siguientes planes/políticas.

##### **11.4.7.1 Regulación de flujos y reorganización del viario**

El SUMP propone una reorganización progresiva del tráfico motorizado en cinco fases, que incluyen actuaciones de regulación, señalización, rediseño de intersecciones y gestión de la accesibilidad al centro urbano. El enfoque se basa en un modelo de movilidad que limita el tráfico de paso por el centro y favorece desplazamientos internos mediante modos alternativos (SUSTAINABLE MOBILITY PLANNING IN THE CITY OF KOPRIVNICA)

Entre las acciones previstas destacan:

- Reducción de velocidades máximas en áreas residenciales
- Reubicación de flujos de tráfico hacia vías de prioridad peatonal
- Gestión de accesos al centro mediante criterios de prioridad peatonal.
- Nueva regulación de intersecciones para mejorar la seguridad ciclista.



Figura 25 Ejemplo del antes y después de la solución para la zona de espacio compartido en la calle Svilaraska (C\_Subline\_13: masox am doku)

#### 11.4.7.2 Política de estacionamiento: eficiencia y transición modal

El estacionamiento se considera un instrumento de control fundamental. El SUMP introduce una actualización integral de la política de aparcamiento basada en:

- Optimización del aparcamiento en superficie, reservando plazas para residentes y usos esenciales.
- Creación de zonas de alta rotación para evitar la ocupación prolongada del centro.
- Desarrollo de áreas Park & Ride en entradas urbanas, permitiendo a los usuarios dejar el coche y completar a pie, en bicicleta o mediante autobús eléctrico.

La política de estacionamiento se complementa con incentivos al uso de vehículos eléctricos, como plazas reservadas con recarga gratuita o preferente.



Figura 26 Ejemplo del antes y después de la solución para la calle Nemčić. (C\_Subline\_13: masox am doku)

### **11.4.7.3 Zonas de tráfico calmado y peatonalizado**

El centro de Koprivnica integra una serie de medidas que buscan equilibrar el uso del espacio público y mejorar la convivencia entre peatones, ciclistas y vehículos. Entre ella se encuentran:

1. Ampliación de aceras en calles principales
2. Creación de zonas 30 km/h
3. Peatonalización temporal o permanente en calles y plazas estratégicas
4. Implantación de espacios de convivencia (share space) en intersecciones críticas

Estas actuaciones se orientan a reducir accidentes, mejorar la accesibilidad y reforzar la calidad del tejido social y comercial del centro urbano.

### **11.4.7.4 Gestión del reparto urbano de mercancías**

El SUMP incorpora un conjunto de medidas para optimizar las operaciones de carga y descarga, incluyendo franjas reguladas y zonas específicas. El objetivo es reducir interferencias con peatones y ciclistas y evitar que los vehículos de reparto obstaculicen los flujos de movilidad activa (SUSTAINABLE MOBILITY PLANNING IN THE CITY OF KOPRIVNICA).

En conjunto, la gestión del tráfico en Koprivnica se inscribe en un modelo que persigue desplazar progresivamente el centro de gravedad de la movilidad desde el vehículo privado a modos más eficientes.

## **11.4.8 Gobernanza, participación ciudadana y cooperación europea**

Uno de los aspectos más destacados del caso de Koprivnica es su modelo de gobernanza, considerado ejemplar a escala europea. La Comisión Europea señala a la ciudad como un referente en materia de participación ciudadana y procesos de planificación transparentes, especialmente en la elaboración de su SUMP.

### **1. Participación ciudadana: transparencia y legitimidad**

El proceso de elaboración del SUMP incluyó:

- ✓ Encuestas de movilidad a la población local
- ✓ Talleres participativos con ciudadanía
- ✓ Reuniones sectoriales con empresas, escuelas y asociaciones ciclistas
- ✓ Creación de un foro permanente de movilidad

Además, Koprivnica posee un historial notable de implicación social gracias a su participación continuada en la European Mobility Week, lo que ha fortalecido el vínculo entre ciudadanía y políticas de movilidad. Este marco de gobernanza ha sido clave para legitimar medidas estructurales como la reducción de tráfico en el centro o la introducción de autobuses eléctricos.

### **2. Cooperación interdepartamental y planificación integrada**

El SUMP fue desarrollado mediante un enfoque transversal que implicó simultáneamente a:

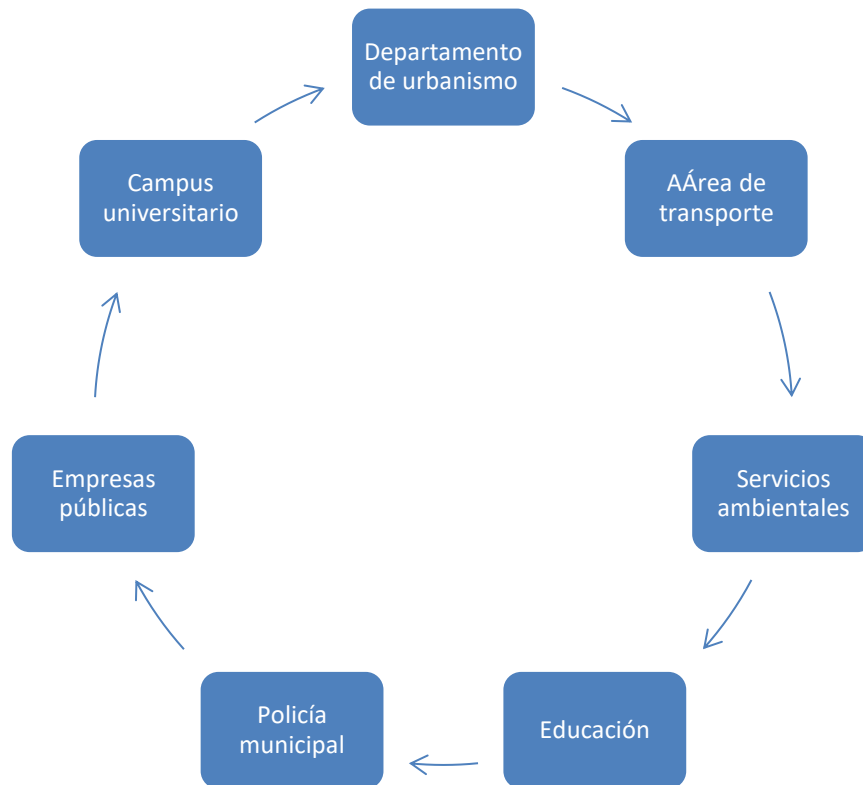


Figura 27 Ciclo de cooperación interdepartamental. Fuente propia

Esta coordinación facilitó que las acciones de movilidad se integraran con los planes urbanísticos, la estrategia climática y las políticas educativas.

### 3. Cooperación europea: CIVITAS DYN@MO y el Centro de Competencias SUMP

La participación de Koprivnica en iniciativas europeas ha sido determinante para su éxito. El proyecto CIVITAS DYN@MO no solo financió infraestructura clave (autobuses eléctricos, estaciones de recarga, sistemas de gestión), sino que proporcionó asistencia técnica, captación y acceso a redes de conocimiento (European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans. Sustainable Urban Mobility Plans: Concept, process, content & benefits)

Como resultado, Koprivnica se convirtió en un nodo destacada por a el intercambio de buenas prácticas mediante la creación de South-East Europe SUMP Competence Centre, desde donde se ofrece formación a otras ciudades croatas y de países vecinos.

Este rol internacional refuerza la posición de Koprivnica como ciudad innovadora no solo en ejecución, sino también en liderazgo y transferencia de conocimientos (CIVITAS DYN@MO. Koprivnica SUMP implementation plan).

#### 11.4.9 Sistema de indicadores y seguimiento

El SUMP de Koprivnica establece un sistema de indicadores cuantitativos y cualitativos que permiten evaluar la evolución del modelo de movilidad, asegurar la coherencia con los objetivos estratégicos del plan y ajustar las medidas implantadas en función de los resultados obtenidos. La tabla que se muestra a continuación sintetiza los principales indicadores utilizados en la monitorización del SUMP, agrupados por categorías funcionales (CIVITAS DYN@MO. Koprivnica SUMP implementation plan).

Categoría	Indicador	Descripción del indicador	Fuente / Método
Reparto modal	Desplazamientos a pie	Proporción de viajes diarios realizados caminando.	Encuesta de movilidad del SUMP (2015)
Reparto modal	Desplazamientos en bicicleta	Peso de la bicicleta en el reparto modal urbano.	Contadores + encuestas
Reparto modal	Uso del coche privado	Porcentaje de viajes en automóvil.	Aforos en accesos urbanos
Transporte público	Uso del autobús eléctrico	Número anual de pasajeros del bus urbano eléctrico.	Datos operativos CIVITAS
Movilidad activa	Longitud de red ciclista	Kilómetros totales de red ciclista continua.	Inventario municipal
Movilidad activa	Uso del sistema BicKo	Viajes y rotación del sistema de bicicleta pública.	Sistema BicKo
Electromovilidad	Vehículos eléctricos municipales	Seguimiento del car-sharing municipal eléctrico.	Informe Komunalac
Electromovilidad	Puntos de recarga activos	Número de estaciones de recarga en servicio.	HEP Elen
Tráfico y viario	Niveles de tráfico en accesos	Variación del flujo de vehículos/día.	Aforos automáticos
Seguridad vial	Accidentes con heridos	Accidentes anuales con lesionados.	Policía municipal
Percepción ciudadana	Satisfacción con la movilidad	Valoración global de la ciudadanía.	Encuestas SUMP

Tabla 21. Sistemas de indicadores del SUMP de Koprivnica

#### 11.4.10 Síntesis del caso Koprivnica

El análisis del caso de Koprivnica permite comprender cómo una ciudad de escala media, con recursos limitados y un sistema de movilidad inicialmente fragmentado, puede convertirse en referente en planificación urbana sostenible a nivel europeo. La trayectoria seguida por la ciudad demuestra que la adopción temprana del enfoque SUMP no solo facilita la definición de una estrategia coherente, sino que ofrece un marco operativo capaz de ordenar las actuaciones, priorizar inversiones y garantizar que cada medida se articule en torno a una visión compartida de futuro. En este sentido, Koprivnica ha logrado construir un modelo basado en la integración entre movilidad activa, transporte público de bajas emisiones, electromovilidad e

intermodalidad, apoyándose en la compactidad urbana y en una gobernanza sólida que ha permitido la implicación tanto de la ciudadanía como de agentes institucionales y actores sociales.

Uno de los elementos más destacados del caso es la capacidad de la ciudad para traducir su tradición ciclista en una red plenamente funcional, continua y conectada, evitando caer en actuaciones parciales o inconexas. La consolidación de esta red, combinada con la introducción de un sistema bicicleta pública y con medidas de calmado del tráfico, ha contribuido a reforzar el atractivo de los modos activos como opción preferente de desplazamiento. Paralelamente, la creación del primer sistema de transporte público eléctrico de Croacia constituye una carencia histórica: la ausencia total de transporte urbano regular. La apuesta por minibuses eléctricos, la integración modal en torno a la estación ferroviaria y la planificación de conexiones directas entre nodos urbanos muestra un esfuerzo deliberado por generar un sistema multimodal efectivo y accesible.

La electromovilidad desempeña, mismo un papel central en el proyecto de ciudad. El desarrollo de un programa municipal de car-sharing eléctrico, la implantación de una red de recarga y la introducción de bicicletas eléctricas evidencian el compromiso de Koprivnica con la transición energética, complementando las actuaciones vinculadas al transporte público y a los modos activos. Todo ello se articula mediante un sistema de gobernanza que destaca por su transparencia, capacidad técnica y apertura a la colaboración internacional. La participación e iniciativas como CIVITAS DYN@MO permitió no solo disponer de financiación adicional, sino también incorporar metodologías avanzadas, establece red de conocimiento y convertirse en un referente regional a través del Centro de Competencias SUMO para el Sudeste de Europa.

Finalmente. La estructura del SUMP y su sistema de indicadores contribuyen a que las actuaciones no se limiten a intervenciones puntuales, sino que se sometan a un proceso continuo de seguimiento, evaluación y mejora. Esta combinación de visión estratégica, planificación rigurosa, participación ciudadana, innovación tecnológica y coherencia institucional explica por qué Koprivnica es considerada un caso ejemplar, y por qué sus aprendizajes resulta especialmente valiosos para otras ciudades que buscan avanzar hacia un modelo de movilidad más sostenible, seguro y eficiente.

## **ANEXO II**

### **CÁLCULOS COMPLETOS DEL MÉTODO AHP-WSM**

## 12 CÁLCULOS COMPLETOS DEL MÉTODO AHP-WSM

Este anexo recoge la totalidad de los cálculos matemáticos realizados para aplicar el método de priorización AHP-WSM en los casos de estudio de Vitoria-Gasteiz (perfil C3) y Koprivnica (C2). Su función es garantizar la trazabilidad, reproducibilidad y transparencia del proceso descrito en el Capítulo 5, en coherencia con lo indicado en el epígrafe 5.3.8.

Los valores empleados en el método WSM han sido contruidos como simulación metodológica académica, siguiendo referencias europeas como *European SUMP Guidelines* (2019), *SUMPs-Up* (2018) y *MobiliseYourCity* (2021), y adaptados a las características reales de Vitoria-Gasteiz (C3) y Koprivnica (C2).

Los valores no presentan datos oficiales, sino una base diseñada para demostrar el funcionamiento del método en contextos urbanos reales. La utilización de datos empíricos ampliados forma parte de las líneas futuras de investigación.

### ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY (1-9)

Valor	Interpretación	Definición
1	Igual importancia	Ambos criterios contribuyen por igual
3	Importancia moderada	Una ligera preferencia a favor de un criterio
5	Importancia fuerte	Preferencia clara y fundamentada
7	Importancia muy fuerte	Un criterio domina claramente al otro
9	Importancia extrema	Dominio absoluto de un criterio
2,4,6,8	Valores intermedios	Matizan los anteriores
1/x	Recíproco	El criterio comparado es menos importante.

### 12.1 Matrices AHP

#### 12.1.1 Matriz AHP – Vitoria-Gasteiz (C3)

Orden de importancia: CT > NC > CA > CE > CS > DUM

Justificación: ciudad consolidada, fuerte estructura técnica y gobernanza madura.

#### Matriz de comparaciones por pares

	CT	NC	CA	CE	CS	DUM
CT	1	5	7	9	9	9
NC	1/5	1	3	5	5	5
CA	1/7	1/3	1	3	3	3
CE	1/9	1/5	1/3	2	2	2
CS	1/9	1/5	1/3	1	1	2
DUM	1/9	1/5	1/3	1/2	1/2	1

**Pesos derivados**

Criterio	Pesos
CT	0.4723
NC	0.2582
CA	0.1373
CE	0.0721
CS	0.0383
DUM	0.0219

- Ratio de Consistencia (RC) < 0,10 → Matriz consistente.

**12.1.2 Matriz AHP - Koprivnica (C2)**

Orden de importancia: CA > CS > CT > CE > NC > DUM

Justificación: ciudad pequeña con fuerte orientación ambiental y social.

	CA	CS	CT	CE	NC	DUM
CA	1	5	7	9	9	9
CS	1/5	1	3	5	5	5
CT	1/7	1/3	1	3	3	3
CE	1/9	1/5	1/3	1	2	2
NC	1/9	1/5	1/3	1/2	1	2
DUM	1/9	1/5	1/3	1/2	1/2	1

**Pesos derivados**

Criterio	Pesos
CA	0.576
CS	0.110
CT	0.090
CE	0.077
NC	0.079
DUM	0.068

- RC < 0,10 → Matriz consistente.

**12.2 Valores brutos WSM**

**12.2.1 Vitoria-Gasteiz (C3)**

Alternativa	CT	CE	CA	CS	DUM	NC
A1	9	6	8	5	4	8
A2	8	7	7	6	5	7
A3	7	8	5	4	3	7
A4	6	6	4	5	8	6
A5	7	5	6	7	4	6
A6	5	4	5	6	4	5

### 12.2.2 Koprivnica (C2)

Alternativa	CT	CE	CA	CS	DUM	NC
A1	8	6	9	8	5	7
A2	6	6	7	7	4	6
A3	6	7	5	6	3	6
A4	5	5	4	6	8	5
A5	6	5	6	8	4	6
A6	5	4	5	7	4	5

### 12.3 Normalización WSM

- La normalización se aplica como criterio beneficio:

$$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}$$

### 12.4 Resultados WSM – Vitoria-Gasteiz

Alternativa	Pesos
A1	0.842
A2	0.781
A3	0.712
A4	0.641
A5	0.598
A6	0.557

- Ranking: A1 > A2 > A3 > A5 > A4 > A6

### 12.5 Resultados WSM – Koprivnica

Alternativa	Pesos
A1	0.802
A5	0.714
A2	0.701
A6	0.633
A4	0.612
A3	0.594

- Ranking: A1 > A5 > A2 > A6 > A4 > A3

### 12.6 Análisis de sensibilidad

Se aplica una variación de ±10% en los pesos AHP

- **Vitoria-Gasteiz (C3):** A1 y A2 mantienen las primeras posiciones en todos los escenarios.
- **Koprivnica (C2):**
  - A1 permanece como líder estable.
  - A5 y A2 intercambian la segunda posición según variación.

### **12.7 Notal final**

- ✓ El presente apéndice garantiza la trazabilidad completa del método AHP–WSM.
- ✓ La simulación de valores brutos constituye una práctica habitual en ejercicios metodológicos y permite demostrar el correcto funcionamiento del modelo.
- ✓ La implementación con datos empíricos municipales constituye una línea futura de investigación.



