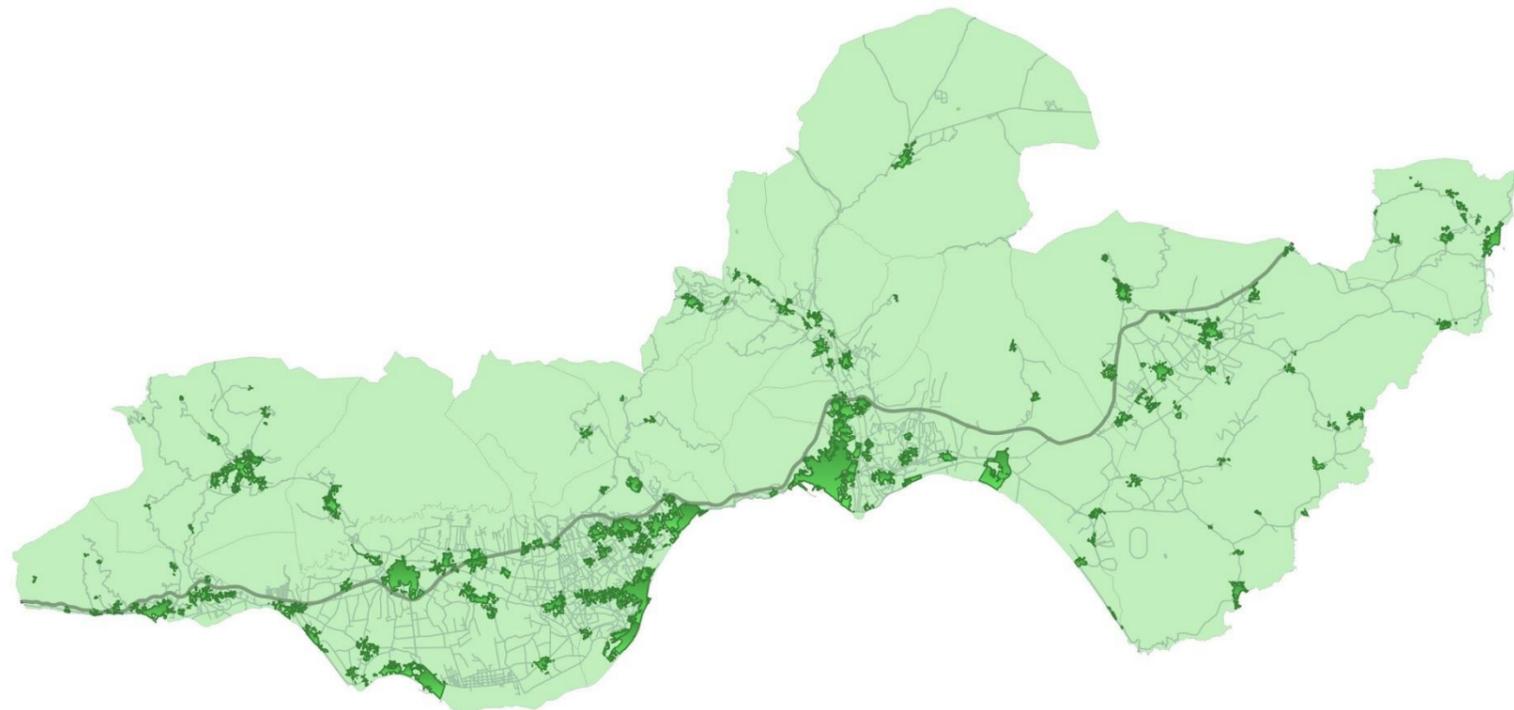


PLAN DE TRANSPORTE METROPOLITANO DEL ÁREA DE ALMERÍA

Plan de Movilidad Sostenible



Anexo I: Análisis Coste – Beneficio y Multicriterio
Diciembre 2023



Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	5
3. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	10
3.1. DATOS DE PARTIDA.....	10
3.1.1. <i>Horizonte temporal</i>	10
3.1.2. <i>Factor de aumento anual</i>	10
3.1.3. <i>Demanda de viajes y resultados del modelo</i>	11
3.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	12
3.2.1. <i>Inversiones y costes</i>	12
3.2.2. <i>Identificación de agentes sociales afectados</i>	13
3.2.3. <i>Cuantificaciones de beneficios y costes sociales</i>	13
3.2.4. <i>Cálculo de indicadores</i>	18
4. ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	19
4.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y DIFICULTADAS ENCONTRADAS DURANTE EL PROCESO	19
4.1.1. <i>Definición de criterios</i>	19
4.2. VALORACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS Y CRITERIOS	23
4.2.1. <i>Tipología de vehículos</i>	23
4.2.2. <i>Variables Ambientales</i>	26
4.2.3. <i>Variables Funcionales y Sociales</i>	33
4.2.4. <i>Variables Económicas</i>	34
4.2.5. <i>Pesos asignados a cada criterio</i>	36
5. JUSTIFICACIÓN DEL ESCENARIO SELECCIONADO	37
APÉNDICE 1. INVERSIONES Y COSTES	39
APÉNDICE 2. DEMANDA EXPANDIDA	43
APÉNDICE 3. ANÁLISIS ECONÓMICO	46
APÉNDICE 4. CÁLCULO DE EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO Y CONSUMO ENERGÉTICO.....	51
APÉNDICE 5. CÁLCULO DE EMISIONES PARA LA CALIDAD DEL AIRE.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Períodos de referencia de la Comisión Europea por sector	10
Tabla 2. Expansión poblacional.....	11
Tabla 3. Reparto modal futuro.....	11
Tabla 4. Kilómetros recorridos totales (veh*km y viaj*km).....	12
Tabla 5. Tiempo de recorrido.....	12
Tabla 6. Inversiones y costes para cada escenario	12
Tabla 7. Tiempos de recorrido	13
Tabla 8. Coste monetario en transporte público.....	14
Tabla 9. Coste monetario en vehículo privado	14
Tabla 10. Excedentes por ahorros de tiempo y monetarios.....	14
Tabla 11. Costes promedios por externalidades en modos terrestres de transporte de pasajeros en la UE	15
Tabla 12. Externalidades para el escenario 1 en un DLT.....	16
Tabla 13. Externalidades para el escenario 2 en un DLT.....	16
Tabla 14. Externalidades para el escenario 3 en un DLT.....	16
Tabla 15. Externalidades para el escenario 4 en un DLT.....	16
Tabla 16. Ahorro de las externalidades anual (E1-E2)	17
Tabla 17. Ahorro de las externalidades anual (E1-E3)	17
Tabla 18. Ahorro de las externalidades anual (E1-E4)	17
Tabla 19. Resultados del análisis coste beneficio	18
Tabla 20. <i>Relación entre los criterios seleccionados y los factores ambientales de la Ley GICA</i>	22
Tabla 21. Distribución del parque de vehículos en la provincia de Almería 2017	23
Tabla 22. Resumen de la distribución del parque móvil en 2017	23
Tabla 23. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 1.....	23
Tabla 24. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 2.....	24
Tabla 25. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 3.....	24
Tabla 26. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 4.....	24
Tabla 27. Vehículos-kilometro por día en transporte privado.....	24
Tabla 28. Pasajeros-kilómetro por día en transporte público	24
Tabla 29. Distribución de vehículos para el Escenario 1	24
Tabla 30. Distribución de vehículos para el Escenario 2	24
Tabla 31. Distribución de vehículos para el Escenario 3	24
Tabla 32. Distribución de vehículos para el Escenario 4	25
Tabla 33. Distribución de pass-km para el Escenario 1.....	25
Tabla 34. Distribución de pass-km para el Escenario 2.....	25
Tabla 35. Distribución de vehículos para el Escenario 3	25
Tabla 36. Distribución de vehículos para el Escenario 4	25
Tabla 37. Antigüedad del parque vehicular en la provincia de Almería (2017).....	25
Tabla 38. Categorías Euro	26
Tabla 39. Valores medios de consumo de combustible y energía.....	26
Tabla 40. Consumos medios	27
Tabla 41. Cantidad de emisiones GEI para cada escenario.....	27
Tabla 42. Puntuaciones para el criterio " Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO ₂ equivalente)".....	27
Tabla 43. Consumos de energía por persona y kilómetro	27
Tabla 44. Consumo de energía para cada escenario	28
Tabla 45. Puntuaciones para el criterio " Consumo de energía"	28
Tabla 46. Puntuaciones para el criterio " Nivel de riesgo del sistema de transporte"	28
Tabla 47. Factores de emisión para vehículos ligeros.....	30
Tabla 48. Factores de emisión para autobuses.....	30
Tabla 49. Factores de emisión para autobuses.....	31
Tabla 50. Factores de emisión para autobuses.....	31
Tabla 51. Cantidad de emisiones contaminantes para cada escenario	31
Tabla 52. Puntuación para el criterio "Calidad del aire"	31
Tabla 53. Variables para calcular la contaminación acústica.....	32
Tabla 54. Puntuaciones para el criterio "Contaminación acústica"	32

Tabla 55. Cálculo de áreas.....	32
Tabla 56. Superficie ocupada por las actuaciones en cada escenario	32
Tabla 57. Puntuaciones para el criterio "Ocupación del suelo"	33
Tabla 58. Puntuaciones para el criterio "Accidentalidad"	33
Tabla 59. Puntuaciones para el criterio " Riesgo de incidentes de violencia y acoso"	33
Tabla 60. Puntuaciones para el criterio " Facilidad de acceso al transporte"	34
Tabla 61. Tiempos de recorrido	34
Tabla 62. Puntuaciones para el criterio "Tiempos de recorrido"	34
Tabla 63. Puntuaciones para el criterio " Accesibilidad"	34
Tabla 64. Ingresos por tarifas.....	35
Tabla 65. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 1.....	35
Tabla 66. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 2.....	35
Tabla 67. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 3.....	35
Tabla 68. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 4.....	35
Tabla 69. Puntuación para el criterio "Ratio ingresos/costos"	35
Tabla 70. Puntuaciones para el criterio "Asequibilidad del sistema de transporte"	36
Tabla 71. Pesos considerados para las distintas variables.....	36
Tabla 72. Puntuaciones finales.....	37
Tabla 73. Resultados de la puntuación final de los escenarios.....	37

Índice de gráficos

Gráfico 1. Proyección de la población en el ámbito de estudio.....	11
--	----

1. Introducción

De acuerdo a la *Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental*, en los planes y programas se debe incluir un examen de alternativas técnica y medioambientalmente viables, abordando en el análisis los potenciales impactos de cada una de ellas y presentando razonadamente la solución finalmente adoptada.

Por ello, en este anexo se llevará a cabo una evaluación de los diferentes escenarios propuestos para el Plan de Transporte Metropolitano del Área de Almería, a través de diversas metodologías y criterios, con el fin de conocer el impacto que tendrá cada uno de ellos sobre la sociedad en su conjunto.

Primeramente, se llevará a cabo un análisis coste-beneficio, el cual identifica beneficios tanto directos como indirectos, así como los posibles costes que se generan a lo largo de la vida útil de la política para la cual se ha realizado una inversión.

Uno de los mayores beneficios de este tipo de análisis es la posibilidad de comparar variables con diferentes unidades de medida al traducirlo a valores económicos, como la accidentalidad, contaminación atmosférica o ahorros de tiempo. Sin embargo, hay variables que quedan fuera del alcance de esta metodología, o que no se les da la importancia que deberían para alcanzar los objetivos de este plan. Es por esta razón que se llevará a cabo un análisis complementario para el estudio de los 4 escenarios.

Esta evaluación será un análisis multicriterio desarrollado mediante el método PATTERN con ponderación, donde se evaluarán criterios ambientales, funcionales y económicos para cada alternativa técnicamente viable, dándoles puntuaciones y pesos a cada uno. Finalmente se obtendrá una puntuación que indicará que escenario es el óptimo para el área metropolitana de Almería.

2. Definición de alternativas

A partir de los resultados del diagnóstico realizado, se han definido los diferentes escenarios, correspondiente cada uno de ellos a una alternativa, en base a los Objetivos Estratégicos y las Líneas Estratégicas establecidas. Así pues, los escenarios están formados por una serie de programas de actuación que están enmarcados dentro de las Líneas Estratégicas. En total encontramos los siguientes 4 escenarios:

- **Escenario 1:** Actuaciones ya aprobadas para su ejecución.
- **Escenario 2:** Servicio marítimo entre Almería y Roquetas de Mar.
- **Escenario 3:** Mejora del transporte ferroviario en los ejes de Almería - Bajo Andarax y Poniente – Almería.
- **Escenario 4:** Creación de una red de transporte público por carretera de altas prestaciones.

El primero de los escenarios (escenario 1) se define a partir de la implementación de las actuaciones en materia de movilidad sostenible y en línea con los objetivos estratégicos de este Plan ya aprobadas para ser ejecutadas por las distintas administraciones y actores del ámbito de estudio.

Tras la realización del análisis y diagnóstico, se definen tres escenarios adicionales (escenarios 2, 3 y 4). La diferencia entre las alternativas 2, 3 y 4 reside en el modo de transporte sostenible principal o clave que se

quiere potenciar en mayor medida: el transporte marítimo, el ferrocarril y el transporte público por carretera, respectivamente.

Los escenarios se estructuran en base a un modo de transporte sostenible principal, pero la medida clave de cada uno de los escenarios (remarcadas en verde en el listado de actuaciones del escenario) está acompañada por una serie de actuaciones complementarias que aparecerán en todos los escenarios.

Las actuaciones complementarias pese a compartir nombre y naturaleza el dimensionamiento de cada una de ellas varía para adaptarse a las necesidades de cada uno de los escenarios. La existencia de actuaciones similares se debe a que son actuaciones que fomentan, independientemente del escenario, la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. Por tanto, es necesario desarrollarlas en el PTMAAL independientemente de cuál sea el escenario seleccionado.

A continuación se muestran las actuaciones contenidas en cada escenario.

Escenario 1: Actuaciones ya aprobadas para su ejecución

Actuaciones propuestas por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA); consideradas ejecutadas en el año horizonte:

- La ampliación del tercer carril se localizará entre los enlaces 429 (término municipal de Roquetas de Mar) y 438 (término municipal de Almería), de la autovía A-7. La longitud del tramo objeto del estudio, según su definición geométrica entre los citados enlaces es de un total de 9,46 kilómetros.

Actuaciones propuestas por el Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.; consideradas ejecutadas en el año horizonte.

- En 2023 todas las ciudades con más de 50.000 habitantes, y aquellas con más de 20.000 habitantes cuyos informes de calidad de aire sean negativos, tendrán que tener una zona de bajas emisiones (ZBE). Es lo que se refleja en el artículo 14.3 de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética. En el ámbito existen tres localidades con más de 50.000 habitantes Almería, El Ejido y Roquetas de Mar

Actuaciones propuestas por el Ayuntamiento de Roquetas de Mar; consideradas ejecutadas en el año horizonte.

- El Ayuntamiento de Roquetas de Mar ha expuesto a información pública Proyecto de Servicio Público de Transporte Regular de Viajeros por Carretera, del cual se prevé que se licite dentro del horizonte del Plan.



Escenario 2: Servicio marítimo entre Almería y Roquetas de Mar

Programas de actuación relacionados con la LE1: Mejora de las infraestructuras y vehículos del transporte metropolitano.

1. Mejora y ampliación de aceras.
2. Implantación de una red ciclopeatonal segura:
 - 2.1. Propuesta de itinerarios ciclistas
 - 2.2. Zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP
3. Disminución de plazas de aparcamiento en superficie acompañada de la creación de aparcamientos para dar cabida a las dos medidas anteriores.
4. Eliminación/reducción de barreras que dificultan la movilidad de modos activos entre áreas conurbadas.
5. Mejora del arbolado y zonas de sombra.
6. Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (park&ride).
7. Creación de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos y de combustibles bajos en carbono.
8. Renovación de la flota de transporte público (cero y bajas emisiones).
9. Mejora de la accesibilidad universal al transporte público: vehículos y paradas.
10. Renovación del parque vehicular privado.
11. Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura del transporte respecto del cambio climático.

Programas de actuación relacionados con la LE2: Mejora de las operaciones y el mantenimiento del transporte metropolitano.

12. Ampliación de las Zonas de Bajas Emisiones en Almería, El Ejido y Roquetas de Mar, y medidas asociadas.
13. Regulación del estacionamiento.
14. Reestructuración de la red de transporte público que contemple:
 - 14.1. Necesidades de las mujeres
 - 14.2. Nuevas herramientas de ayuda para la gestión y explotación de los servicios de transporte público.
 - 14.3. Mejorar la coordinación de horarios de entrada y salida en los centros de trabajo y estudios.
 - 14.4. Implementar servicios de transporte público.
15. Mejora de la intermodalidad en el transporte público.
16. Control del transporte público e información a la persona usuaria de transporte público en tiempo real.
17. Medidas de conservación y operativas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
18. **Creación de un servicio marítimo de conexión entre los puertos de Almería, Aguadulce y Roquetas de Mar.**

Programas de actuación relacionados con la LE3: Mejora de la organización del transporte metropolitano.

19. Revisión del marco tarifario, integración billetes y medios de pago.
20. Establecer un marco legal para la implantación de Zonas de Bajas Emisiones.
21. Mejora de la coordinación entre los distintos organismos a cargo de la movilidad (Junta, Consorcio, ayuntamientos, empresas operadoras del transporte público).
22. Medidas de apoyo a la adquisición de vehículos de bajas/cero emisiones.
23. Medidas de fomento del uso de la bicicleta.
24. Medidas de fomento para la movilidad colaborativa.
25. Creación de nuevas Áreas de Prestación Conjunta de Taxis.
26. Marco común de la movilidad de mercancías y la carga y descarga en el área metropolitana.
27. Medidas para mejorar la seguridad en los desplazamientos hacia/desde los invernaderos.
28. Nuevo mapa concesional de transporte público



Escenario 3: Implantación de un servicio de altas prestaciones ferroviarias en los ejes Almería – Bajo Andarax y Almería – Poniente

Programas de actuación relacionados con la LE1: Mejora de las infraestructuras y vehículos del transporte metropolitano.

1. Mejora y ampliación de aceras.
2. Implantación de una red ciclopeatonal segura:
 - 2.1. Propuesta de itinerarios ciclistas
 - 2.2. Zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP
3. Disminución de plazas de aparcamiento en superficie acompañada de la creación de aparcamientos para dar cabida a las dos medidas anteriores.
4. Eliminación/reducción de barreras que dificultan la movilidad en modos activos entre áreas conurbadas.
5. Mejora del arbolado y zonas de sombra.
6. Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (park&ride).
7. Creación de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos y de combustibles bajos en carbono.
8. Renovación de la flota de transporte público (cero y bajas emisiones).
9. Mejora de la accesibilidad universal al transporte público: vehículos y paradas.
10. Renovación del parque vehicular privado.
11. Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura del transporte respecto del cambio climático.
12. **Mejora de la conexión por ferrocarril en los ejes de Almería- Bajo Andarax y Poniente - Almería:**
 - 12.1. **Mejora de las estaciones ferroviarias existentes.**
 - 12.2. **Creación de nuevas estaciones y paradas.**
 - 12.3. **Creación de nuevos corredores y servicios metropolitanos de altas prestaciones ferroviarias.**

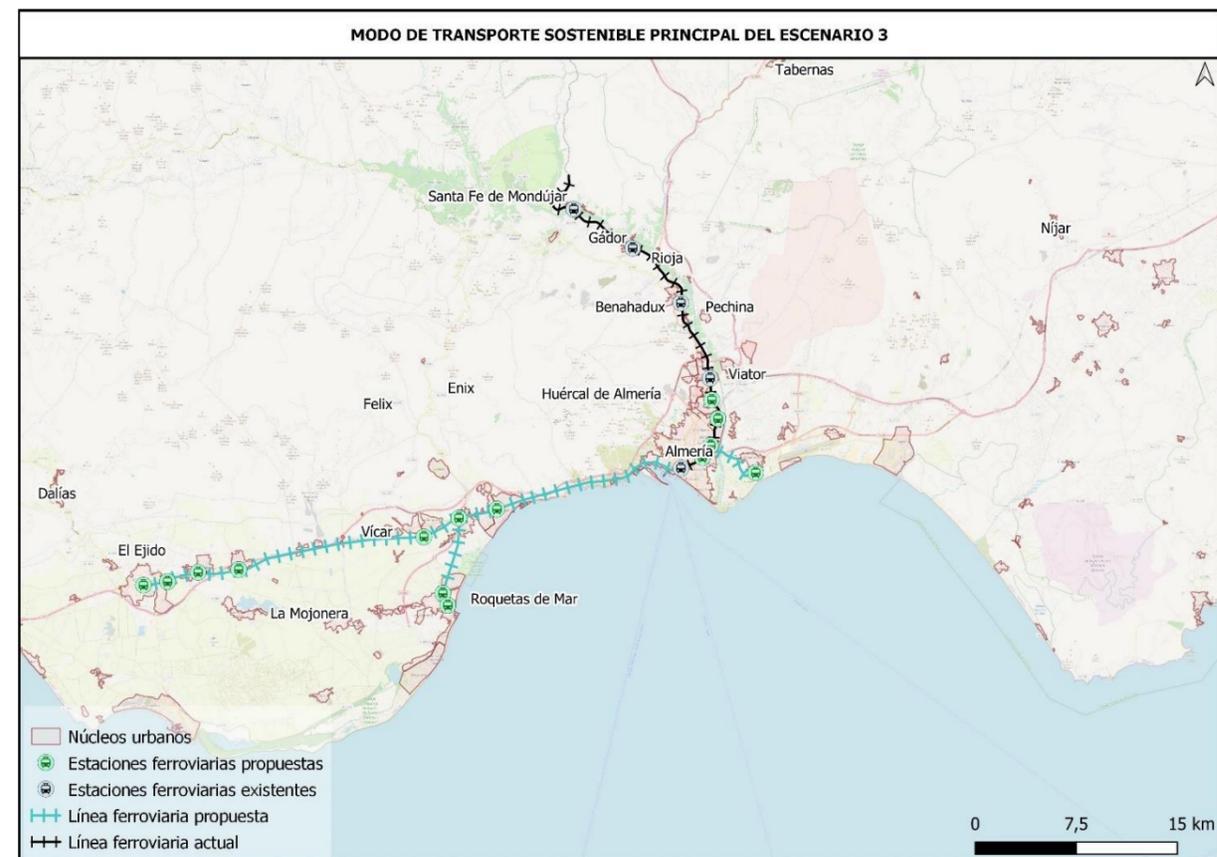
Programas de actuación relacionados con la LE2: Mejora de las operaciones y el mantenimiento del transporte metropolitano.

13. Ampliación de las Zonas de Bajas Emisiones en Almería, El Ejido y Roquetas de Mar, y medidas asociadas.
14. Regulación del estacionamiento.
15. Reestructuración de la red de transporte público que contemple:
 - 15.1. Necesidades de las mujeres
 - 15.2. Nuevas herramientas de ayuda para la gestión y explotación de los servicios de transporte público.
 - 15.3. Mejorar la coordinación de horarios de entrada y salida en los centros de trabajo y estudios.
 - 15.4. Implementar servicios de transporte público.
16. Mejora de la intermodalidad en el transporte público.
17. Control del transporte público e información a la persona usuaria de transporte público en tiempo real.
18. Medidas de conservación y operativas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

19. Puesta en servicio de un servicio de altas prestaciones ferroviarias.

Programas de actuación relacionados con la LE3: Mejora de la organización del transporte metropolitano.

20. Revisión del marco tarifario, integración billetes y medios de pago.
21. Establecer un marco legal para la implantación de Zonas de Bajas Emisiones.
22. Mejora de la coordinación entre los distintos organismos a cargo de la movilidad (Junta, Consorcio, ayuntamientos, empresas operadoras del transporte público).
23. Medidas de apoyo a la adquisición de vehículos de bajas/cero emisiones.
24. Medidas de fomento del uso de la bicicleta.
25. Medidas de fomento para la movilidad colaborativa.
26. Creación de nuevas Áreas de Prestación Conjunta de Taxis.
27. Marco común de la movilidad de mercancías y la carga y descarga en el área metropolitana.
28. Medidas para mejorar la seguridad en los desplazamientos hacia/desde los invernaderos.
29. Nuevo mapa concesional de transporte público



Escenario 4: Creación de una red de transporte público metropolitano por carretera de altas prestaciones

Programas de actuación relacionados con la LE1: Mejora de las infraestructuras y vehículos del transporte metropolitano.

1. Mejora y ampliación de aceras.
2. Implantación de una red ciclopeatonal segura:
 - 2.1. Propuesta de itinerarios ciclistas
 - 2.2. Zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP
3. Disminución de plazas de aparcamiento en superficie acompañada de la creación de aparcamientos para dar cabida a las dos medidas anteriores.
4. Eliminación/reducción de barreras que dificultan la movilidad en modos activos entre áreas conurbadas.
5. Mejora del arbolado y zonas de sombra.
6. Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (park&ride).
7. Creación de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos y de combustibles bajos en carbono.
8. Renovación de la flota de transporte público (cero y bajas emisiones).
9. Mejora de la accesibilidad universal al transporte público: vehículos y paradas.
10. Renovación del parque vehicular privado.
11. Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura del transporte respecto del cambio climático.
12. **Creación de una red de transporte público de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público.**
 - 12.1. **Plataformas reservadas: carriles Bus y carriles Bus-VAO.**
 - 12.2. **Medidas de priorización semafórica**
13. **Implantación de áreas intermodales (intercambiadores de transporte y puntos de intercambio)**

Programas de actuación relacionados con la LE2: Mejora de las operaciones y el mantenimiento del transporte metropolitano.

14. Ampliación de las Zonas de Bajas Emisiones en Almería, El Ejido y Roquetas de Mar, y medidas asociadas.
15. Regulación del estacionamiento.
16. Reestructuración de la red de transporte público que contemple:
 - 16.1. Necesidades de las mujeres
 - 16.2. **Implantación de nuevos servicios de autobús de altas prestaciones (líneas exprés)**
 - 16.3. Nuevas herramientas de ayuda para la gestión y explotación de los servicios de transporte público.
 - 16.4. Mejorar la coordinación de horarios de entrada y salida en los centros de trabajo y estudios.
 - 16.5. Implementar servicios de transporte público.
17. Mejora de la intermodalidad en el transporte público.
18. Control del transporte público e información a la persona usuaria de transporte público en tiempo real.
19. Medidas de conservación y operativas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

Programas de actuación relacionados con la LE3: Mejora de la organización del transporte metropolitano.

20. Revisión del marco tarifario, integración billetes y medios de pago.
21. Establecer un marco legal para la implantación de Zonas de Bajas Emisiones.
22. Mejora de la coordinación entre los distintos organismos a cargo de la movilidad (Junta, Consorcio, ayuntamientos, empresas operadoras del transporte público).
23. Medidas de apoyo a la adquisición de vehículos de bajas/cero emisiones.
24. Medidas de fomento del uso de la bicicleta.
25. Medidas de fomento para la movilidad colaborativa.
26. Creación de nuevas Áreas de Prestación Conjunta de Taxis.
27. Marco común de la movilidad de mercancías y la carga y descarga en el área metropolitana.
28. Medidas para mejorar la seguridad en los desplazamientos hacia/desde los invernaderos.
29. Nuevo mapa concesional de transporte público



3. Análisis Coste-Beneficio

Una vez definidos los cuatro escenarios posibles para el PTMAAL, se procede a realizar un análisis económico para cada uno de ellos. El objetivo es estudiar la viabilidad económica de cada uno y sus repercusiones sociales, para finalmente proporcionar un recurso en el que basar la toma de decisiones.

Para definir la metodología se han seguido una serie de referencias bibliográficas especializadas en la evaluación económica de proyectos de inversión en el sector del transporte, entre ellas:

- Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, publicado por la dirección general de política regional y urbana de la Comisión Europea en diciembre de 2014.
- Handbook on the external costs of transport (HEATCO), publicado por la dirección general de movilidad y transporte de la Comisión Europea en enero de 2019.
- Manual de evaluación económica de proyectos del transporte publicado por el CEDEX en agosto de 2010.
- Herramienta para la evaluación previa de infraestructuras de transporte público de la Junta de Andalucía (2015).
- Nota de Servicio 3/2014 sobre Prescripciones y Recomendaciones Técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos o Anteproyectos de la Subdirección General de Estudios publicada por el Ministerio de Fomento (actual MITMA).

3.1. Datos de partida

3.1.1. Horizonte temporal

Para realizar este tipo de análisis es necesario definir un periodo de estudio, ya que las cuantías monetarias de cada año valen menos para los individuos cuanto más alejadas están de ellas en el tiempo. En este sentido, se necesita una medida que sea capaz de actualizar los beneficios netos generados durante la ejecución del plan y en el año horizonte, que es el Valor Actual Neto (VAN) y que se explicará detalladamente más adelante.

Para definir el horizonte temporal de evaluación, se recurre a la guía de la Comisión Europea “Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects” de 2014. En ella se definen diversos periodos temporales en función del sector en el que se quiera desarrollar la inversión. El PTMAAL se engloba dentro del sector del transporte, por tanto, el periodo de evaluación considerado será de 30 años.

Tabla 1. Períodos de referencia de la Comisión Europea por sector

Sector	Reference period (years)
Railways	30
Roads	25-30
Ports and airports	25
Urban transport	25-30
Water supply/sanitation	30
Waste management	25-30
Energy	15-25
Broadband	15-20
Research and Innovation	15-25
Business infrastructure	10-15
Other sectors	10-15

Source: ANNEX I to Commission Delegated Regulation (EU) No 480/2014.

Fuente: Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects

Por tanto, teniendo en cuenta que el horizonte del Plan es 2030 y el periodo de evaluación son 30 años, el horizonte temporal de análisis será 2059.

3.1.2. Factor de aumento anual

Considerando que el Análisis Coste-Beneficio se realiza a un horizonte temporal de 30 años, y los datos obtenidos de los modelos de transporte para los diferentes escenarios corresponden al año 2030, será necesario expandirlos hasta el año 2059.

Para ello se obtendrá un factor de crecimiento anual, calculado a partir del crecimiento poblacional. Para ello se seguirá la metodología utilizada para la proyección de población en municipios en estudio hasta 2030 explicada en el Anexo II: Modelización. Una vez obtenida la población año a año hasta 2059, se calculará el factor de crecimiento anual desde el 2029 hasta el horizonte temporal de análisis.

En resumidas cuentas, el proceso a seguir es el siguiente:

- Recopilación de datos de población actuales e históricos para la provincia de Almería a través del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
- Recopilación de datos de las proyecciones de población para el mismo ámbito para el periodo 2022-2035 del INE.
- Estimación de la población para el periodo 2022-2059 en base a las tendencias obtenidas de los datos anteriores.
- Cálculo del factor de crecimiento anual

A continuación, se muestra tanto la población estimada para el ámbito de estudio hasta 2059 como el factor de aumento que se utilizará.

Tabla 2. Expansión poblacional

EXPANSIÓN POBLACIONAL			
Año		Población	Factor de aumento
2029	0	619.800	1
2030	1	628.355	1,0138034
2031	2	636.910	1,0136154
2032	3	645.465	1,0134325
2033	4	654.021	1,0132545
2034	5	662.576	1,0130811
2035	6	671.131	1,0129122
2036	7	679.687	1,0127476
2037	8	688.242	1,0125871
2038	9	696.797	1,0124307
2039	10	705.353	1,0122781
2040	11	713.908	1,0121291
2041	12	722.463	1,0119838
2042	13	731.019	1,0118419
2043	14	739.574	1,0117033
2044	15	748.129	1,0115679
2045	16	756.685	1,0114356
2046	17	765.240	1,0113063
2047	18	773.795	1,0111799
2048	19	782.351	1,0110563
2049	20	790.906	1,0109354
2050	21	799.461	1,0108171
2051	22	808.017	1,0107014
2052	23	816.572	1,0105880
2053	24	825.127	1,0104771
2054	25	833.682	1,0103685
2055	26	842.238	1,0102621
2056	27	850.793	1,0101578
2057	28	859.348	1,0100557
2058	29	867.904	1,0099556
2059	30	876.459	1,0098574
Valores promedio:		1,01161743	

Gráfico 1. Proyección de la población en el ámbito de estudio.



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Demanda de viajes y resultados del modelo

Para el cálculo de diversas variables del estudio, será necesario recurrir a los datos del estudio de demanda futura, así como a algunos datos extraídos del modelo de transporte. Son los siguientes:

- El reparto modal resultante en los escenarios futuros es:

Tabla 3. Reparto modal futuro

	Vehículos ligeros (vehículos)	Transporte público	No motorizado (pie y bicicleta)
Escenario 1	957.518	69.310	501.678
Escenario 2	836.182	121.714	587.680
Escenario 3	811.968	154.609	592.458
Escenario 4	718.659	153.348	645.015

Fuente: Elaboración propia

- De los modelos de transporte, se obtienen los kilómetros recorridos totales, tanto de los vehículos ligeros como del total de personas viajeras en transporte público:

Tabla 4. Kilómetros recorridos totales (veh*km y viaj*km)

	Vehículos ligeros (veh-km)	Bus interurbano (viajeros-km)	Bus urbano (viajeros-km)	Ferry (viajeros-km)	Tren de cercanías (viajeros-km)
Escenario 1	7.961.146,09	466.425,64	155.274,97		
Escenario 2	7.221.713,49	823.557,93	240.914,97	279	
Escenario 3	7.322.156,22	892.598,83	275.186,96		177.901
Escenario 4	6.740.058,21	1.028.759,84	286.717,04		

Fuente: Elaboración propia

- El tiempo total recorrido en cada modo de transporte por el total de personas usuarias es:

Tabla 5. Tiempo de recorrido

	Vehículos ligeros (h)	Transporte público (h)
Escenario 1	136.068	39.132
Escenario 2	118.357	39.118
Escenario 3	118.453	39.118
Escenario 4	106.963	40.849

Fuente: Elaboración propia

Estos datos han sido obtenidos para un día laborable tipo (DLT), ya que es la medida de tiempo utilizada para modelizar los escenarios. Sin embargo, tanto para el análisis coste – beneficio como para el análisis multicriterio, se utilizan valores anuales. Por ello habrá que estimar un valor de conversión anual de la siguiente manera:

$$\text{Conversión anual} = n^{\circ} \text{ días laborables anuales} + \frac{1}{3} \text{ días en fin de semana}$$

Considerando que existen un total de 250 días laborables en un año y 104 sábados y domingos, la conversión que se utilizará será de 285 días.

3.2. Evaluación económica

La valoración económica tiene en cuenta los beneficios y costes que se generan en el conjunto de la sociedad donde se implanta el plan. Es por ello que este análisis trata de evaluar el impacto que causan las nuevas actuaciones en el bienestar de los individuos. Para cuantificar la variación de bienestar social que supondría la implantación del Plan, se comparará la situación tendencial o de referencia (escenario 1) con las otras 3 alternativas técnicamente viables (escenarios 2, 3 y 4). Se empleará el enfoque del cambio de los excedentes de los diferentes agentes sociales, tal y como recomienda la *Nota de servicio 3/2014*. Gracias a este método, es posible desglosar los ganadores y perdedores con la ejecución del plan. La fórmula que permite calcular el cambio en el bienestar social es:

$$\Delta BS = \Delta EU + \Delta EP + \Delta EG + \Delta ERS$$

Donde:

- ΔBS el cambio de bienestar social.
- ΔEC el cambio en el excedente de las personas usuarias.
- ΔEP el cambio en el excedente de los productores.
- ΔEG el cambio en el excedente de los contribuyentes.
- ΔERS el cambio en el excedente del resto de la sociedad.

En los siguientes apartados se explicará cómo calcular estas variables.

3.2.1. Inversiones y costes

A continuación, se identifican y cuantifican las inversiones necesarias para llevar a cabo las actuaciones de cada escenario, tanto inversiones iniciales en infraestructura, material móvil, etc., como costes de mantenimiento, explotación y operación para el resto de años en estudio.

Únicamente para este ACB se considerará que todas las actuaciones se llevarán a cabo en 2029, es decir, toda la inversión se dará en ese año y, a partir del año 2030, se incluirán los costes de mantenimiento y explotación, así como los beneficios.

Para la cuantificación de estas inversiones y costes se han tomado de referencia otros planes, proyectos e informes del sector, así como la experiencia de la empresa consultora en este tipo de trabajos. Los valores unitarios y las fuentes de información se detallan en el *Tomo II* del Plan.

El desglose de los costes para cada actuación y escenario se pueden ver en el Apéndice 1. A continuación únicamente se muestra el resumen de ellos y la diferencia de los escenarios 2, 3 y 4 respecto al escenario 1, ya que es la que se utilizará para el análisis:

Tabla 6. Inversiones y costes para cada escenario

Escenario	Inversiones	Costes de mantenimiento anuales	Variación en las inversiones	Variación en los costes de mantenimiento
Escenario 1	29.339.498 €	6.950.000 €	-	-
Escenario 2	295.908.656 €	27.323.478 €	266.569.158 €	20.158.053 €
Escenario 3	922.196.301 €	114.332.643 €	892.856.803 €	107.167.218 €
Escenario 4	554.448.856 €	42.791.308 €	525.109.358 €	35.625.883 €

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Identificación de agentes sociales afectados

Antes de entrar en la determinación de los beneficios y costes sociales que supone cada alternativa estudiada, será conveniente identificar los distintos agentes sociales que se verán afectados, ya sea de forma directa como indirecta. En el contexto del estudio se tienen:

- **Personas usuarias o consumidoras del servicio:** Este colectivo estará formado tanto por las nuevas personas viajeras del transporte público, como por las generadas e inducidas por la implantación de actuaciones del escenario a considerar.
- **Productores del servicios o infraestructura del transporte:** Dentro de este agente se engloban:
 - **Personas trabajadoras:** suponiendo que las personas trabajadoras del servicio de infraestructura seguirán siendo los mismos tanto en la situación sin plan como con plan, el excedente para este agente será nulo. No obstante, podrá generarse empleo, pero no se espera que produzca un cambio sustancial en este aspecto en fase de operación y mantenimiento. Además, el beneficio en los trabajadores por la generación de empleo será, a su vez, el mismo coste para los propietarios de capital, no resultando, por tanto, en ningún excedente neto para este agente social.
 - **Propietarios del capital (administraciones y empresas gestoras del servicio):** el cambio del excedente se verá explicado en mayor medida por los ingresos provenientes del cambio de la demanda. Además, muchos de los costes asociados al propietario, como salarios de posibles nuevos trabajadores, también constituirían el mismo beneficio en este agente social, por lo que no supondría ningún excedente neto significativo.
- **Contribuyentes:** Al cobrarse un impuesto sobre el billete, la recaudación de los impuestos será un ingreso para las arcas públicas. Al considerar el excedente como la variación entre la situación tendencial y un escenario futuro con diversas actuaciones, el beneficio en las arcas públicas vendrá a través de los impuestos pagados por las personas usuarias nuevas del servicio.
- **Resto de la sociedad:** al conjunto de la sociedad le afectarán de una forma indirecta las diferentes actuaciones. Se consideran los siguientes efectos externos no internalizados:
 - Accidentalidad
 - Contaminación del aire
 - Cambio climático
 - Ruido
 - Congestión

3.2.3. Cuantificaciones de beneficios y costes sociales

Los principales cambios que supone cada alternativa vendrán dados, fundamentalmente, por la variación en los tiempos de viaje y por la modificación de las externalidades negativas, como son la contaminación (aire, acústica, entre otras), la accidentalidad o la congestión. A continuación, se cuantifican los beneficios y costes de cada uno de los agentes sociales.

A. Personas usuarias

La variación en el excedente de la persona consumidora supone estimar el cambio que se va a producir, tras las actuaciones del Plan, en los costes de transporte y tiempos de viaje en los tráficos existentes, y captados o transferidos, para las personas usuarias de coche y transporte público.

Se identifican los cambios en la utilidad del viaje, al medir los costes monetarios y no monetarios. Por una parte, se estima el valor no monetario del viaje a través del valor del tiempo de las personas en los diferentes modos de transporte. Por otra, se estiman los costes monetarios del viaje, tanto en coche como en transporte público.

El excedente, por tanto, vendrá dado principalmente por el exceso de tiempo generado por el aumento de viajes en transporte público y por el ahorro monetario que supone para las personas viajeras el uso de este modo. Se explica a continuación la metodología para calcular ambos.

Ahorro de tiempo

Esta variable se calculará teniendo en cuenta el tiempo total recorrido por las personas viajeras en cada modo de transporte, y el valor de tiempo que se estima para cada uno de ellos.

Los tiempos considerados para viajes en vehículo ligero y transporte público en un día laborable tipo son los obtenidos del modelo de transporte, ya mostrados en el apartado 3.1.3:

Tabla 7. Tiempos de recorrido

	Vehículos ligeros (h)	Transporte público (h)
Escenario 1	136.068	39.132
Escenario 2	118.357	39.118
Escenario 3	118.453	39.118
Escenario 4	106.963	40.849

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al valor del tiempo, se recurre al Salario por unidad de tiempo (equivalente anual a tiempo completo) en la provincia de Almería, el cual es 21.075. Considerando una jornada laboral de 1.800 horas anuales el valor del tiempo obtenido será de 11,71€/h.

Por tanto, el coste de cada escenario será el siguiente:

€/día	E1	E2	E3	E4
Total Transporte público	458.167,06 €	460.344,67 €	511.374,28 €	478.274,95 €
Total ligeros	1.593.129,50 €	1.385.763,21 €	1.386.887,21 €	1.252.358,46 €
Total	2.051.296,56 €	1.846.107,88 €	1.898.261,49 €	1.730.633,41 €

€/año	E1	E2	E3	E4
Total Transporte público	130.577.611,46 €	131.198.230,17 €	145.741.669,50 €	136.308.360,58 €
Total ligeros	454.041.907,50 €	394.942.514,38 €	395.262.854,38 €	356.922.160,63 €
Total	584.619.518,96 €	526.140.744,54 €	541.004.523,88 €	493.230.521,21 €

Ahorro monetario

El coste del viaje según los modos de transporte se calcula de la siguiente manera:

- Transporte público: se considera el precio del billete simple (1,35€) y el total de viajes realizados en transporte público en un DLT

Tabla 8. Coste monetario en transporte público

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
€/billete	1,35 €	1,35 €	1,35 €	1,35 €
Viajes/día	69.310	121.714	154.609	153.348
€/día	93.568,78 €	164.313,51 €	208.722,18 €	207.020,47 €
€/año	26.667.102,53 €	46.829.350,49 €	59.485.820,41 €	59.000.834,17 €

Fuente: Elaboración propia

- Vehículo privado: el coste medio por kilómetro recorrido se obtiene del Informe Captio 2023, utilizando la media de los dos últimos años estudiados (2021-2022). El valor a utilizar será 0,25 €/km multiplicado por el total de kilómetros recorridos.

Tabla 9. Coste monetario en vehículo privado

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
€/km	0,25	0,25	0,25	0,25
vh-km	7.961.146	7.221.713	7.322.156	6.740.058
€/día	1.990.287 €	1.805.428 €	1.830.539 €	1.685.015 €
€/año	567.231.659 €	514.547.086 €	521.703.630 €	480.229.148 €

Fuente: Elaboración propia

Excedente

Para calcular este excedente se calcula el ahorro respecto al escenario tendencial (E1):

Tabla 10. Excedentes por ahorros de tiempo y monetarios

	Ahorro de tiempo	Ahorro monetario	Excedente
Escenario 1	-	-	-
Escenario 2	58.478.774,42 €	32.522.324,71 €	91.001.099,13 €
Escenario 3	43.614.995,08 €	12.709.310,92 €	56.324.306,00 €
Escenario 4	91.388.997,75 €	54.668.779,88 €	146.057.777,63 €

Fuente: Elaboración propia

La expansión de estos datos hasta el año 2059 se puede ver en el apéndice 3.

B. Propietarios de capital

En este apartado se estiman básicamente las variaciones en costes de operación del operador, así como las variaciones en los ingresos operativos de estos. El cambio del excedente, por tanto, se verá explicado en mayor medida por los ingresos provenientes del cambio de la demanda.

$$\Delta EP = q * p$$

Siendo:

- p: precio del billete. Dado que el propietario del capital debe aportar los impuestos incluidos en los precios del billete a las administraciones correspondientes, en este apartado solo se considera el precio neto del billete, es decir, se descuenta el 10% de IVA del precio medio.
- q: aumento de la demanda en transporte público.

C. Contribuyentes

Considerando que el precio del billete se mantiene constante, existirá un cambio en las arcas públicas propiciado por la variación de la demanda esperada, generada y transferida.

$$\Delta EC = q * r$$

Siendo:

- r: impuestos incluidos en el precio de cada billete. El IVA de los gastos de transporte público corresponde al 10% de la tarifa.
- q: aumento de la demanda en transporte público.

D. Resto de la sociedad

Las externalidades son costes/beneficios para la sociedad, que se manifiestan más allá del ámbito de actuación del plan e influyen en el bienestar de terceros sin que exista compensación monetaria explícita. Dichos efectos deben cuantificarse y luego monetizarse para ser incluidos en el análisis. Además, y suponiendo que el uso del transporte privado se altere, supondrá una modificación en la congestión y accidentalidad de las vías públicas. La variación de la demanda de transporte público, supone un cambio en la utilización de los modos de transporte con mayor emisión de contaminantes y como consecuencia, una variabilidad en la contaminación del aire, acústica, y paisajística.

Para la estimación monetaria del ahorro por la reducción de las externalidades negativas se han utilizado los valores medios obtenidos del "Handbook on the external costs of transport" (UE, 2019). El cálculo de externalidades se realiza multiplicando las ratios (cent/pkm) por los pasajeros-kilómetro por el valor correspondiente en los 4 escenarios, obteniendo como resultado un valor monetario para cada externalidad. Finalmente, se obtendrá la diferencia entre los Escenarios 2, 3 y 4 respecto al Escenario 1, con el fin de incluir el incremento/decremento de estas externalidades en el análisis.

A continuación, se muestran las externalidades y las ratios a utilizar en el análisis, extraídas del "Handbook on the external costs of transport" (UE, 2019).

Tabla 11. Costes promedios por externalidades en modos terrestres de transporte de pasajeros en la UE

Cent/pkm	ACCIDENTALIDAD	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CAMBIO CLIMÁTICO	RUIDO	CONGESTIÓN
Coche	5,10	0,81	1,35	0,64	5,83
Bus urbano	1	0,76	0,47	0,4	0
Bus interurbano	1	0,73	0,44	0,2	0,82
Tren de cercanías	0,5	0,01	0	0,8	0
Ferry (cent/vkm)	86,30	1,87	383,10	0	0

Fuente: Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1

Los resultados monetarios obtenidos para cada una de ellas son:

Tabla 12. Externalidades para el escenario 1 en un DLT

Escenario 1 - Día	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	573.202,52 €	90.757,07 €	151.261,78 €	71.650,31 €	655.998,44 €	1.542.870,11 €
Bus urbano	1.552,75 €	1.180,09 €	729,79 €	621,10 €	- €	4.083,73 €
Bus interurbano	4.664,26 €	3.404,91 €	2.052,27 €	932,85 €	273,19 €	11.327,48 €
TOTAL	579.419,52 €	95.342,06 €	154.043,84 €	73.204,27 €	656.271,63 €	1.558.281,32 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Externalidades para el escenario 2 en un DLT

Escenario 2 - Día	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	519.963,37 €	82.327,53 €	137.212,56 €	64.995,42 €	595.069,19 €	1.399.568,08 €
Bus urbano	2.409,15 €	1.830,95 €	1.132,30 €	963,66 €	- €	6.336,06 €
Bus interurbano	8.235,58 €	6.011,97 €	3.623,65 €	1.647,12 €	482,37 €	20.000,69 €
Ferry	17.260,00 €	373,80 €	76.620,00 €	- €	- €	94.253,80 €
TOTAL	547.868,10 €	90.544,26 €	218.588,51 €	67.606,20 €	595.551,56 €	1.520.158,63 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Externalidades para el escenario 3 en un DLT

Escenario 3 - Día	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	527.195,25 €	83.472,58 €	139.120,97 €	65.899,41 €	603.345,67 €	1.419.033,87 €
Bus urbano	2.751,87 €	2.091,42 €	1.293,38 €	1.100,75 €	- €	7.237,42 €
Bus interurbano	8.925,99 €	6.515,97 €	3.927,43 €	1.785,20 €	522,81 €	21.677,40 €
Tren	889,51 €	17,79 €	604,86 €	1.423,21 €	- €	2.935,37 €
TOTAL	539.762,61 €	92.097,76 €	144.946,65 €	70.208,56 €	603.868,48 €	1.450.884,06 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Externalidades para el escenario 4 en un DLT

Escenario 4 - Día	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	485.284,19 €	76.836,66 €	128.061,11 €	60.660,52 €	555.380,80 €	1.306.223,28 €
Bus urbano	2.867,17 €	2.179,05 €	1.347,57 €	1.146,87 €	- €	7.540,66 €
Bus interurbano	10.287,60 €	7.509,95 €	4.526,54 €	2.057,52 €	602,56 €	24.984,17 €
TOTAL	498.438,96 €	86.525,66 €	133.935,22 €	63.864,91 €	555.983,36 €	1.338.748,11 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Ahorro de las externalidades anual (E1-E2)

Variación Escenario 2 – Escenario 1	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	15.173.156,93 €	2.402.416,51 €	4.004.027,52 €	1.896.644,62 €	17.364.835,15 €	40.841.080,74 €
Bus urbano	-244.073,98 €	-185.496,22 €	-114.714,77 €	-97.629,59 €	- €	-641.914,57 €
Bus interurbano	-1.017.827,02 €	-743.013,73 €	-447.843,89 €	-203.565,40 €	-59.615,58 €	-2.471.865,63 €
Ferry	-4.919.100,00 €	-106.533,00 €	-21.836.700,00 €	- €	- €	-26.862.333,00 €
TOTAL	8.992.155,93 €	1.367.373,56 €	-18.395.231,14 €	1.595.449,62 €	17.305.219,57 €	10.864.967,54 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Ahorro de las externalidades anual (E1-E3)

Variación Escenario 3 – Escenario 1	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	13.112.072,30 €	2.076.078,11 €	3.460.130,19 €	1.639.009,04 €	15.006.038,29 €	35.293.327,93 €
Bus urbano	-341.749,17 €	-259.729,37 €	-160.622,11 €	-136.699,67 €	- €	-898.800,32 €
Bus interurbano	-1.214.593,59 €	-886.653,32 €	-534.421,18 €	-242.918,72 €	-71.140,48 €	-2.949.727,30 €
Tren	-253.508,93 €	-5.070,18 €	-172.386,07 €	-405.614,28 €	- €	-836.579,45 €
TOTAL	11.302.220,61 €	924.625,24 €	2.592.700,83 €	853.776,37 €	14.934.897,81 €	32.273.643,94 €

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Ahorro de las externalidades anual (E1-E4)

Variación Escenario 4 – Escenario 1	Accidentes	Contaminación del. Aire	Cambio climático	Ruido	Congestión	Total
Coche	25.056.723,32 €	3.967.314,53 €	6.612.190,88 €	3.132.090,41 €	28.676.027,80 €	67.444.346,93 €
Bus urbano	-374.609,88 €	-284.703,51 €	-176.066,64 €	-149.843,95 €	- €	-985.223,99 €
Bus interurbano	-1.602.652,47 €	-1.169.936,31 €	-705.167,09 €	-320.530,49 €	-93.869,64 €	-3.892.156,01 €
TOTAL	23.079.460,96 €	2.512.674,71 €	5.730.957,14 €	2.661.715,97 €	28.582.158,15 €	62.566.966,94 €

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Cálculo de indicadores

Para determinar la contribución de cada alternativa, se requiere actualizar al presente los ingresos y costes que se generan durante la vida útil del plan o proyecto, por medio del VAN. Es el coste de oportunidad de capital, que reflejará la pérdida del valor del dinero cuanto más alejado está del momento de la inversión. Se calculará tanto para el análisis económico como para el financiero. Además, se calcularán otros indicadores como son la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Ratio de Beneficio-Coste (B/C):

- **Valor Actual Neto financiero (VAN):** Será la suma del VAN calculado para cada año, menos la cantidad monetaria invertida para el escenario.

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i}$$

Siendo:

- I: Inversión necesaria para la ejecución de cada escenario
- i=número de año de estudio
- Q_i: Diferencia entre los ingresos recibidos y los costes de mantenimiento y explotación en el año i
- k=tipo de actualización (o tasa de descuento). Se adopta una tasa de descuento económico del 3%, que es la tasa de referencia para el coste de oportunidad real del capital a largo plazo propuesta por la Comisión Europea en la *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020 (Edición diciembre de 2014)*.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Tasa de descuento que genera un VAN igual a cero y que por tanto deja al plan/alternativa en la frontera de rentabilidad.
- **Ratio de Beneficio-Coste (B/C):** Cociente de los beneficios y costes descontados al año de referencia.

A continuación, se muestra un resumen de los resultados. Para mayor detalle se puede consultar el apéndice 3.

Tabla 19. Resultados del análisis coste beneficio

	VAN	TIR	B/C
Escenario 1	-	-	-
Escenario 2	2.137.516.287,67 €	39,88%	4,23
Escenario 3	-242.305.607,77 €	1,15%	0,92
Escenario 4	4.301.561.157,44 €	40,72%	4,52

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis multicriterio

4.1. Metodología para la evaluación de alternativas y dificultades encontradas durante el proceso

De acuerdo a la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, en los planes y programas se debe incluir un examen de alternativas técnicamente y medioambientalmente viables, abordando en el análisis los potenciales impactos de cada una de ellas y presentando razonadamente la solución finalmente adoptada.

Para ello se realizará un análisis multicriterio mediante el método PATTERN, analizando cada uno de los escenarios definidos anteriormente. Se ha decidido hacer uso de este método ya que permite tener en cuenta variables con diferentes unidades de medida, como emisiones contaminantes (Tn/año) o tiempos de recorrido (h).

El **proceso** a seguir es el siguiente:

1. Establecimiento de los criterios e indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan una comparación entre los escenarios.
2. Valoración y ponderación de cada criterio. Se dará una puntuación entre 0 y 1 a cada uno, siendo 0 el escenario peor valorado y 1 el mejor.
3. Se adjudicarán pesos a cada criterio, según sus efecto e importancia en el plan.
4. Finalmente, considerando las puntuaciones y los pesos, se obtendrá una valoración final para cada escenario/alternativa. El que obtenga mayor puntuación será el elegido para llevarse a cabo.

4.1.1. Definición de criterios

Para el primer paso en este proceso se ha recurrido nuevamente a la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Por una parte, se establece que las alternativas deberán tener en cuenta los objetivos estratégicos (OE) de aplicación al plan o programa, con el fin de prevenir o minimizar los efectos adversos sobre el medio ambiente. Por otra, se mencionan los factores ambientales sobre los cuales se debe evaluar la incidencia del PTMAAL.

Por ello, partiendo de los **objetivos estratégicos** del Plan, se establecen los siguientes criterios:

OE1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo energético (mitigación del cambio climático).

1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO₂ equivalente)
2. Consumo de energía

OE2. Reducir el nivel de riesgo del sistema de transporte metropolitano respecto a las amenazas climáticas (adaptación al cambio climático).

3. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas

OE3. Contribuir al logro de estándares de calidad del aire y ruido.

4. Calidad del aire
5. Contaminación acústica

OE4. Mejorar la seguridad vial y reducir los incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos.

6. Accidentalidad
7. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos

OE5. Mejorar la accesibilidad metropolitana, considerando a todas las personas.

8. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles
9. Tiempos de recorrido
10. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano**

OE6. Asegurar la sostenibilidad financiera del sistema de transporte metropolitano.

11. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de operación y mantenimiento

OE7. Garantizar la asequibilidad del sistema de transporte metropolitano.

12. Asequibilidad del sistema de transporte

Además, para evaluar la incidencia del PTMAAL sobre los **factores ambientales** establecidos en la **Ley GICA**, también se utilizarán algunos de los criterios recién definidos. Se detallan a continuación los factores y su relación con estos criterios:

- **La población y la salud humana:**

La población es tenida en cuenta en prácticamente todos los criterios, ya que es la principal afectada/beneficiada por las actuaciones. Además, se presta especial atención a la salud de las personas y su calidad de vida. Se relaciona con los siguientes criterios:

- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero** (CO₂ equivalente): Los GEI debidos al transporte provocan una aceleración del cambio climático, lo cual, al aumentar la temperatura global entre otros aspectos, afecta negativamente a la salud de las personas y su calidad de vida.
- **Consumo de energía**: el consumo de combustible, o de energía eléctrica en el caso de los vehículos eléctricos, implica una emisión de GEI así como de emisiones contaminantes, lo que afecta directamente a la salud de las personas.
- **Calidad del aire**: la contaminación atmosférica es una consecuencia del aumento del transporte por carretera. Unos niveles altos de exposición pueden causar diversas enfermedades como: infecciones respiratorias, cardíacas, derrames cerebrales o cáncer de pulmón.
- **Contaminación acústica**: el ruido excesivo y constante pueden provocar problemas de salud humana como dolor de cabeza, sordera, estrés, insomnio o reducción en la capacidad de la concentración.
- **Accidentalidad**: un accidente de tráfico puede provocar diversas consecuencias, como las lesiones físicas y psicológicas, daños patrimoniales, o incluso consecuencias legales, lo que afecta directamente a la población y su salud.
- **Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos**: los incidentes de violencia y acoso los sufren directamente las personas usuarias del transporte público y los peatones.
- **Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles**: son las personas usuarias del transporte público y la demanda potencial las que se verán beneficiadas.

- Tiempos de recorrido: un menor tiempo de recorrido en los desplazamientos implica una mayor calidad de vida en la población.
 - Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano: se busca la no discriminación entre la población a la hora de la utilización del transporte público.
 - Ratio Ingresos por tarifas/Costos de operación y mantenimiento: se busca asegurar la sostenibilidad económica del transporte público, lo que beneficiará a todas las personas usuarias y demanda potencial.
 - Asequibilidad del sistema de transporte: se quiere asegurar la asequibilidad del sistema de transporte para todas las personas usuarias.
- **La biodiversidad, prestando especial atención a las especies y hábitats protegidos en virtud de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 2009/147/CEE:**

Para evaluar la afección que se pueda dar a la biodiversidad, además de algunos de los criterios ya definidos, se incluirá un nuevo criterio que será la *Ocupación del suelo*, teniendo en cuenta las nuevas actuaciones que impliquen una ocupación de terreno, como puede ser el nuevo servicio ferroviario. Los criterios que se tendrán en cuenta serán:

- Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas: con este criterio se mide como de preparado está el sistema de transporte frente al cambio climático y otras amenazas. Si no está en condiciones óptimas, eventos extremos climáticos podrían provocar desprendimiento de materiales y escombros con su respectiva contaminación del suelo y/o ríos, y afección a la fauna y la flora.
- Calidad del aire: la contaminación atmosférica genera una alteración de los ecosistemas, pérdida de la biodiversidad y daños físicos a los cultivos agrícolas, los bosques y las plantas, además de frenar su crecimiento.
- Contaminación acústica: el ruido puede afectar a la biodiversidad hasta el punto de alterar el ciclo reproductivo de la fauna y el equilibrio de los ecosistemas silvestres, provocando que las especies depredadoras acaben marchándose en busca de otro hábitat y, por consecuencia, sus presas crezcan fuera de control llegando a incluso a alterar la vegetación y flora de una determinada zona.
- Ocupación del suelo: la ocupación de terrenos puede provocar un efecto barrera fragmentando los hábitats, así como una pérdida de permeabilidad ecológica.
- Accidentalidad: un accidente puede implicar un atropello de la fauna.
- Facilidad de acceso a modos de transporte sostenible: si se facilita el acceso a modos de transporte sostenible, se reducirá el uso del vehículo privado, mejorando así la calidad atmosférica y acústica, favoreciendo la biodiversidad.

- **La tierra, el suelo, el agua, el aire y el clima:**

La tierra, el suelo, el agua, el aire y el clima también se ven beneficiados/afectados por diversas actuaciones, ya sea por nuevas ocupaciones de suelo, por la situación de la red ciclopeatonal junto a cauces existentes, o por las actuaciones que afecten a la mitigación y adaptación al cambio climático. Para valorar la afección se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO₂ equivalente): los GEI afectan especialmente al clima, ya que agravan los efectos del cambio climático.
- Consumo de energía: el consumo de energía implica un consumo de recursos naturales (tierra, suelo, agua).
- Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas: con este criterio se mide como de preparado está el sistema de transporte frente al cambio climático y otras amenazas. Si no está en condiciones óptimas, eventos extremos podrían provocar desprendimiento de materiales y escombros con su respectiva contaminación del suelo y/o ríos (agua).
- Calidad del aire: la congestión en el Área de Almería, en especial en horas punta, es uno de los principales causantes de la contaminación atmosférica. Con las diferentes medidas planteadas en los escenarios se pretende mejorar este aspecto.
- Contaminación acústica: el ruido excesivo y constante también afecta negativamente a la calidad del aire.
- Ocupación del suelo: las actuaciones que impliquen una ocupación de terreno tendrán una afección directa a la tierra y al suelo. Además, en la creación y mejora de la red ciclopeatonal el agua también se podrá ver afectada al situarse colindantes a cauces sobre caminos existentes.
- Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles: si se facilita el acceso a modos de transporte sostenible, se reducirá el uso del vehículo privado, mejorando así la calidad del aire y disminuyendo los efectos del cambio climático.

- **Los bienes materiales, el patrimonio cultural y el paisaje:**

Los impactos sobre el patrimonio histórico tienen dos perspectivas. Por un lado, a través de la planificación de la movilidad se puede conseguir que el patrimonio cultural sea más accesible para la población y el turismo y, por otro, la mejora de la calidad del aire consigue un mejor mantenimiento de dicho patrimonio. Además, el paisaje se podrá ver afectado por ciertas actuaciones.

Por ello, para incluir este factor dentro de la evaluación se utilizarán los criterios relacionados con la accesibilidad metropolitana, la contaminación atmosférica y la ocupación de terrenos, como son:

- Calidad del aire: una mala calidad del aire puede provocar una degradación en el patrimonio cultural, con una recesión de la piedra al producirse una disolución de los carbonatos, un ennegrecimiento de materiales, una corrosión de metales, etc.
- Ocupación del suelo: algunas actuaciones pueden conllevar una afección al paisaje, como puede ser la nueva infraestructura ferroviaria.
- Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles: facilitando el acceso a modos de transporte sostenible se facilita también la accesibilidad al patrimonio histórico y cultural.
- Tiempo de recorrido: al igual que el criterio anterior, un menor tiempo de recorrido facilitará el acceso al patrimonio.
- Accesibilidad con perspectiva de género y para las personas con discapacidad al transporte y en el espacio urbano: consiguiendo una mejor accesibilidad al transporte y al espacio urbano también se consigue una mejor accesibilidad al patrimonio.

Estas relaciones entre los criterios seleccionados y los factores ambientales de la Ley GICA se pueden ver en la tabla mostrada en la siguiente página.

Una vez establecidos todos los criterios, se dividen en **tres bloques** para una mejor comprensión y para establecer los pesos con mayor facilidad:

VARIABLES AMBIENTALES:

- VA1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO₂ equivalente): se calcula el dióxido de carbono (CO₂) equivalente debido al consumo de combustible de los vehículos, así como el CO₂ que provoca la creación de la energía que consumen los vehículos eléctricos.
- VA2. Consumo de energía: se calcula la energía consumida por los vehículos, ya sean ligeros, pesados o autobuses. Se tiene en cuenta tanto los vehículos de combustión como los eléctricos.
- VA3. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas: se evalúa la capacidad de adaptación del transporte al cambio climático para cada escenario.
- VA4. Calidad del aire: se tendrán en cuenta las emisiones derivadas del transporte que afecten a la salud de las personas, es decir, las que contribuyan a aumentar los niveles de ozono (O₃), de dióxido de nitrógeno (NO₂), y las partículas en suspensión (PM).
- VA5. Contaminación acústica: se estudian las emisiones de ruido relacionadas con el transporte en cada escenario.
- VA6. Ocupación del suelo: se compara la superficie de suelo ocupada por las nuevas actuaciones que impliquen ocupación de terreno.

VARIABLES FUNCIONALES Y SOCIALES:

- VFS1. Accidentalidad: a mayor uso del vehículo, existirá mayor probabilidad de accidente, lo que implica más muertes, heridos y costes sociales, por ello se valorará negativamente el uso de este modo.
- VFS2. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos: en función del escenario y de las medidas propuestas para cada uno, se evaluará el riesgo de incidentes de violencia.
- VFS3. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles: se valorará positivamente aquellas alternativas que faciliten el acceso a otros modos de transporte distintos al transporte privado, al igual que se valorará la facilidad en la intermodalidad.
- VFS4. Tiempo de recorrido: a menor tiempo de recorrido, mejora la valoración del escenario, ya que implica una mejor accesibilidad a centros atractores y a equipamientos sociales como son centros sanitarios o educativos.
- VFS5. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano: se estudian las medidas propuestas en cada escenario para mejorar la accesibilidad universal al transporte público sin ningún tipo de discriminación.

VARIABLES ECONÓMICAS:

- VE1. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de operación y mantenimiento: se calcula la ratio del ingreso estimado por los viajes en transporte público frente a los gastos de operación y mantenimiento de los autobuses y el metro.
- VE2. Asequibilidad del sistema de transporte: se asegura que el transporte sea asequible para las personas usuarias, modificando el marco tarifario según el escenario.

Tabla 20. Relación entre los criterios seleccionados y los factores ambientales de la Ley GICA

FACTORES AMBIENTALES LEY GICA					
OE	VAR	POBLACIÓN Y SALUD HUMANA	BIODIVERSIDAD	TIERRA, SUELO, AGUA, AIRE Y CLIMA	BIENES MATERIALES, PATRIMONIO Y PAISAJE
1	VA1	Los GEI debidos al transporte provocan una aceleración del cambio climático, lo cual afecta negativamente a la salud humana.	-	Los GEI afectan especialmente al clima, ya que agravan los efectos del cambio climático.	-
1	VA2	El consumo de combustible, implica una emisión de GEI así como de emisiones contaminantes, lo que afecta directamente a la salud.	-	El consumo de energía implica un consumo de recursos naturales (tierra, suelo, agua).	-
2	VA3	-	Si el sistema de transporte no está preparado para eventos extremos climáticos, estos podrían provocar contaminación del suelo y/o ríos, y afección a la fauna y la flora.	Si el sistema de transporte no está preparado para eventos extremos climáticos, estos podrían provocar contaminación del suelo y/o ríos (agua).	-
3	VA4	Unos niveles altos de exposición a la contaminación atmosférica pueden causar diversas enfermedades como problemas respiratorios.	La contaminación atmosférica genera una alteración de los ecosistemas, pérdida de la biodiversidad y daños físicos a los cultivos agrícolas, entre otros.	La congestión es uno de los principales causantes de la contaminación atmosférica. Con las medidas planteadas en los escenarios se pretende mejorar este aspecto.	Una mala calidad del aire puede provocar una degradación en el patrimonio cultural, con un ennegrecimiento de materiales, una corrosión de metales, etc.
3	VA5	El ruido excesivo puede provocar problemas de salud humana como dolor de cabeza, sordera, etc.	El ruido puede afectar a la biodiversidad hasta el punto de alterar el ciclo reproductivo de la fauna y el equilibrio de los ecosistemas silvestres.	El ruido excesivo y constante también afecta negativamente a la calidad del aire.	-
-	VA6	-	La ocupación de terrenos puede provocar un efecto barrera fragmentando los hábitats, así como una pérdida de permeabilidad ecológica.	La ocupación de terreno tendrá una afección directa a la tierra y al suelo.	Algunas de las actuaciones, como puede ser la nueva infraestructura ferroviaria, implicarán una afección al paisaje.
4	VFS1	Un accidente puede provocar diversas consecuencias, como las lesiones físicas y psicológicas, lo que afecta directamente a la población y su salud.	Un accidente puede implicar un atropello de la fauna.	-	-
4	VFS2	Los incidentes de violencia y acoso los sufren las personas usuarias del transporte público y los peatones.	-	-	-
5	VFS3	Son las personas usuarias del transporte público y la demanda potencial las que se verán beneficiadas.	Si se facilita el acceso a modos de transporte sostenible, se reducirá el uso del vehículo privado, mejorando así la calidad atmosférica y acústica, favoreciendo la biodiversidad.	Si se facilita el acceso a modos de transporte sostenible, se reducirá el uso del vehículo privado, mejorando así la calidad del aire y disminuyendo los efectos del cambio climático.	Facilitando el acceso a modos de transporte sostenible se facilita también la accesibilidad al patrimonio histórico y cultural.
5	VFS4	Un menor tiempo de recorrido implica una mayor calidad de vida en la población.	-	-	Un menor tiempo de recorrido facilitará el acceso al patrimonio.
5	VFS5	Se busca la no discriminación entre la población a la hora de la utilización del transporte público.	-	-	Consiguiendo una mejor accesibilidad al transporte y al espacio urbano también se consigue una mejor accesibilidad al patrimonio.
6	VE1	Se busca asegurar la sostenibilidad económica del transporte público, lo que beneficiará a todas las personas usuarias y demanda potencial.	-	-	-
7	VE2	Se quiere asegurar la asequibilidad del sistema de transporte para todas las personas usuarias.	-	-	-

Fuente: Elaboración propia



4.2. Valoración de las distintas alternativas y criterios

En los siguientes subapartados se explicará detalladamente la forma en la que cada criterio se ha tenido en cuenta para evaluar cada uno de los escenarios, divididos en tres bloques (variables ambientales, funcionales y sociales, y económicas).

Para poder evaluar las diferencias entre cada alternativa y posteriormente ponderar cada factor condicionante, es necesario puntuar cada una de ellas, en cada criterio, con una puntuación entre 0 y 1, siendo 0 la puntuación del escenario con peor valoración y 1 la puntuación del mejor.

Además, existen datos de entrada que son necesarios para cuantificar más de un criterio, como son los vehículos-kilómetro según el tipo de carburante o la categoría Euro del vehículo. Por ello, esto se calculará para cada escenario previo al análisis de los diferentes criterios.

4.2.1. Tipología de vehículos

Según el portal estadístico de la Dirección General de Tráfico (DGT), la distribución de vehículos en la provincia de Almería para diciembre del año 2017 era la siguiente:

Tabla 21. Distribución del parque de vehículos en la provincia de Almería 2017

TIPO DE VEHÍCULO	CARBURANTE							
	Diesel	Gasolina	Eléctrico	Sin especificar	Gas Licuado de Petróleo	Otros	Biodiesel	Butano
Autobuses	822	1	-	-	-	-	-	-
Camiones hasta 3500kg	45.466	484	4	-	-	-	-	-
Camiones más de 3500kg	8.211	68	-	-	-	-	-	-
Ciclomotores	1.165	41.724	59	-	-	-	-	-
Furgonetas	34.078	5.724	18	1	4	-	-	1
Motocicletas	58	42.889	47	4	-	-	-	-
Otros vehículos	5.118	2.791	25	142	-	-	-	-
Remolques	-	-	-	2.043	-	-	-	-
Semirremolques	-	-	-	10.428	-	-	-	-
Tractores industriales	8.007	-	-	-	-	-	-	-
Turismos	239.271	111.199	77	1	50	-	-	3

Fuente: DGT

Teniendo en cuenta los vehículos que nos interesan, es decir los vehículos ligeros y los autobuses, se extrae la siguiente distribución según el tipo de carburante:

Tabla 22. Resumen de la distribución del parque móvil en 2017

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses	
	Nº	%	Nº	%
Diesel	240.494	55,10%	822	99,88%
Gasolina	195.812	44,86%	1	0,12%
Eléctrico	183	0,04%	0	0,00%
Total	436.489	100,00%	823	100,00%

Fuente: DGT

A partir de los porcentajes obtenidos en la tabla anterior, se estima la distribución que se dará en 2030 (año de comparación de escenarios), teniendo en cuenta que los vehículos eléctricos aumentarán.

Por un lado, considerando que la renta media en la provincia de Almería es menor a la estatal, se estimará que en cualquiera de los escenarios el porcentaje de vehículos eléctricos será menor al esperado por el Gobierno de España para ese año (un 16% y un total de 5.000.000 de vehículos eléctricos). Además, este porcentaje variará en función del escenario: para el escenario tendencial, ya que no se esperan grandes actuaciones, únicamente se considerará un 3% de vehículos eléctricos; para los escenarios 2, 3 y 4, como se pondrán en marcha las actuaciones propuestas, se considera un 8%.

Por otra parte, la *Directiva (UE) 2019/1161 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019 modifica la Directiva (UE) 2009/33/CE Parlamento Europeo y el Consejo, de 23 de abril de 2009 relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes* establece que en 2030 se espera conseguir que el 65% de autobuses urbanos sean vehículos limpios. Por ello se ha considerado que en los 4 escenarios se cumplirá este ratio para los autobuses urbanos, y en el escenario 4 se fomentará también que los autobuses interurbanos sean limpios.

A partir de estas estimaciones se recalculan los porcentajes para los vehículos con combustible diésel y gasolina para el año 2030:

Tabla 23. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 1

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Diesel	233.377	53,47%	288	34,96%	823	99,88%
Gasolina	190.017	43,53%	0,4	0,04%	0,4	0,12%
Eléctrico	13095	3%	535	65,00%	0	0,00%
Total	436.489	100%	823	100%	823	100%

Fuente: Elaboración propia



Tabla 24. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 2

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Diesel	233.377	53,47%	288	34,96%	823	99,88%
Gasolina	190.017	43,53%	0,4	0,04%	0,4	0,12%
Eléctrico	34919	8%	535	65,00%	0	0,00%
Total	436.489	100%	823	100%	823	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 3

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Diesel	233.377	53,47%	288	34,96%	823	99,88%
Gasolina	190.017	43,53%	0,4	0,04%	0,4	0,12%
Eléctrico	34919	8%	535	65,00%	0	0,00%
Total	436.489	100%	823	100%	823	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Nuevos porcentajes para la distribución de vehículos en el Escenario 4

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Diesel	233.377	53,47%	288	34,96%	288	34,96%
Gasolina	190.017	43,53%	0,4	0,04%	0	0,04%
Eléctrico	34919	8%	535	65,00%	535	65,00%
Total	436.489	100%	823	100%	823	100%

Fuente: Elaboración propia

Teniendo estos porcentajes estimados para el año 2030, se recurre a los modelos de transporte creados con el software VISUM para cada escenario, en los cuales se modela un Día Laborable Tipo de octubre de 2022. El modelo nos proporciona información, para cada alternativa, sobre los vehículos por kilometraje recorrido en un día en las diferentes vías:

Tabla 27. Vehículos-kilómetro por día en transporte privado

	Vehículos ligeros (veh*km)
Escenario 1 (2030)	7.961.146
Escenario 2 (2030)	7.221.713
Escenario 3 (2030)	7.322.156
Escenario 4 (2030)	6.740.058

Fuente: Elaboración propia

Además, para el transporte público, se facilita el número de personas viajeras por kilómetro recorrido:

Tabla 28. Pasajeros-kilómetro por día en transporte público

	Interurbano Almería	Urbano Almería	Urbano El ejido	Urbano Roquetas	Servicio marítimo	FFCC
Escenario 1 (2030)	466.426	95.884	43.647	15.744		
Escenario 2 (2030)	823.558	160.373	74.675	5.866	279	
Escenario 3 (2030)	892.599	189.590	81.781	3.816		177.901
Escenario 4 (2030)	1.028.760	190.297	92.759	3.660		

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de las tablas anteriores, se estima la distribución de los kilómetros recorridos según el tipo de carburante para cada escenario:

Escenario 1:

Tabla 29. Distribución de vehículos para el Escenario 1

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	%	Veh-km	%	Km	%	km
Diesel	53,47%	4.256.576	34,96%	8.833	99,96%	13.859
Gasolina	43,53%	3.465.736	0,04%	11	0,04%	6
Eléctrico	3,00%	238.834	65,00%	16.423	0,00%	0
Total	100%	7.961.146	100%	25.267	100%	13.865

Elaboración propia

Escenario 2:

Tabla 30. Distribución de vehículos para el Escenario 2

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos		Servicio marítimo	
	%	Veh-km	%	Km	%	Km	%	Km
Diesel	53,47%	3.861.224	34,96%	8.833	99,96%	13.845	0,00%	0
Gasolina	43,53%	3.143.838	0,04%	11	0,04%	6	100%	200
Eléctrico	8,00%	577.737	65,00%	16.423	0,00%	0	0,00%	0
Total	100%	7.221.713	100%	25.267	100%	13.851	100%	200

Fuente: Elaboración propia

Escenario 3:

Tabla 31. Distribución de vehículos para el Escenario 3

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos		FFCC	
	%	Veh-km	%	Km	%	Km	%	Km
Diesel	53,47%	3.914.928	34,96%	8.833	99,96%	13.845	0,00%	0
Gasolina	43,53%	3.187.563	0,04%	11	0,04%	6	0,00%	0
Eléctrico	8,00%	585.772	65,00%	16.423	0,00%	0	100%	4.558
Total	100%	7.322.156	100,00%	25.267	100%	13.851	100%	4.558



Fuente: Elaboración propia

Escenario 4:

Tabla 32. Distribución de vehículos para el Escenario 4

Carburante	Vehículos Ligeros		Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	%	Veh-km	%	Km	%	Km
Diesel	50,71%	3.417.941	34,93%	8.831	34,96%	5.441
Gasolina	41,29%	2.782.913	0,07%	19	0,04%	7
Eléctrico	16,00%	1.078.409	65,00%	16.435	65,00%	10.117
Total	100%	6.740.058	100%	25.284	100%	15.565

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, para el cálculo de emisiones GEI se necesitará la distribución de pasajeros-kilómetro en transporte público según el tipo de carburante:

Escenario 1:

Tabla 33. Distribución de pass-km para el Escenario 1

Carburante	Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	%	Pass-km	%	Pass-km
Diesel	34,96%	54.280	99,96%	466.227
Gasolina	0,04%	66	0,04%	198
Eléctrico	65,00%	100.929	0,00%	0
Total	100%	155.275	100%	466.426

Fuente: Elaboración propia

Escenario 2:

Tabla 34. Distribución de pass-km para el Escenario 2

Carburante	Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos		Servicio marítimo	
	%	Km	%	Km	%	Km
Diesel	34,96%	84.218	99,96%	823.208	0,00%	0
Gasolina	0,04%	102	0,04%	350	100,00%	279
Eléctrico	65,00%	156.595	0,00%	0	0,00%	0
Total	100%	240.915	100%	823.558	100%	279

Fuente: Elaboración propia

Escenario 3:

Tabla 35. Distribución de vehículos para el Escenario 3

Carburante	Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos		FFCC	
	%	Km	%	Km	%	Km
Diesel	34,96%	96.198	99,96%	892.219	0,00%	0
Gasolina	0,04%	117	0,04%	380	0,00%	
Eléctrico	65,00%	178.872	0,00%	0	100,00%	4.558
Total	100%	275.187	100%	892.599	100%	4.558

Fuente: Elaboración propia

Escenario 4:

Tabla 36. Distribución de vehículos para el Escenario 4

Carburante	Autobuses urbanos		Autobuses interurbanos	
	%	Km	%	Km
Diesel	34,93%	100.140	34,96%	359.628
Gasolina	0,07%	211	0,04%	438
Eléctrico	65,00%	186.366	65,00%	668.694
Total	100%	286.717	100%	1.028.760

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para obtener la tipología Euro del vehículo, y saber así los factores de emisión que habrá que utilizar para el cálculo de las emisiones contaminante y los consumos, se recurre a la antigüedad media de los vehículos en la provincia de Almería en diciembre de 2017 (DGT):

Tabla 37. Antigüedad del parque vehicular en la provincia de Almería (2017)

Antigüedad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Total	2.271	2.228	2.808	2.476	3.248	3.414	4.744	6.557	9.209	13.097	14.107	15.716	16.060	18.431	21.791
Antigüedad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Antes 1990	
Total	23.125	22.866	21.662	14.454	11.917	11.893	8.969	7.709	8.194	10.168	12.881	15.135	15.146	30.343	

Fuente: DGT

Haciendo un promedio, se calcula que la edad media del parque vehicular en la provincia de Almería en el año 2017 era de 12,59 años. Por tanto, realizando la hipótesis de que esta media se mantiene, se estima que, en el año 2030, la media de adquisición del vehículo será el año 2016.

En la guía *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021*, se establecen las categorías Euro según el año de adquisición, categoría de vehículo y tipo de carburante, obteniendo categorías Euro 6 a/b/c y Euro VI A/B/C para los escenarios futuros, y Euro 4 para el escenario actual:



Tabla 38. Categorías Euro

Vehicle category	Type	Euro Standard	Start Date	End Date
Passenger Cars	All Petrol	Open Loop	1985	1990
		Euro 1	1992	1996
		Euro 2	1996	1999
		Euro 3	2000	2004
		Euro 4	2005	2009
		Euro 5	2011	2014
		Euro 6 a/b/c	2014	2016
		Euro 6 d-temp	2019	2020
	Euro 6 d	2021 and later		
	All Diesel	Conventional		up to 1992
		Euro 1	1992	1996
		Euro 2	1996	2000
		Euro 3	2000	2005
		Euro 4	2005	2010
		Euro 5	2010	2014
Euro 6 a/b/c		2014	2019	
Euro 6 d-temp	2019	2020		
Euro 6 d	2021 and later			
Heavy Duty Trucks	All Diesel	Conventional		
		Euro I	1992	1995
		Euro II	1996	2000
		Euro III	2000	2005
		Euro IV	2005	2008
		Euro V	2008	2013
		Euro VI A/B/C	2013	2019
Euro VI D/E	2019 and later			

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Obtenidos estos datos ya se puede proceder al estudio de las variables.

4.2.2. Variables Ambientales

A. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO₂ equivalente)

Para la obtención tanto del CO₂ equivalente que conlleva la implantación de cada escenario se ha utilizado el documento “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021”, donde se detallan los factores a aplicar para vehículos ligeros. Multiplicando este dato por los veh*km/día calculados anteriormente, se obtendrá el resultado deseado para cada alternativa.

Los factores de emisión se obtienen de la siguiente tabla, donde FC hace referencia al consumo medio de combustible y EC al consumo medio de energía:

Tabla 39. Valores medios de consumo de combustible y energía

Table 3-27: Tier 2 average fuel/energy consumption values

Vehicle category	Sub-category	Technology	FC (g/km)	EC (MJ/km)*
Passenger cars	Petrol Mini	Euro 4 and later	49	2.14
	Petrol Small	PRE-ECE to open loop	65	2.85
		Euro 1 and later	56	2.45
	Petrol Medium	PRE-ECE to open loop	77	3.37
		Euro 1 and later	66	2.89
	Petrol Large-SUV-Executive	PRE-ECE to open loop	95	4.16
		Euro 1 and later	86	3.76
	Diesel Small	Euro 4 and later	38	1.62
		Diesel Medium	Conventional	63
			Euro 1 and later	55
	Diesel Large-SUV-Executive	Conventional	75	3.2
		Euro 1 and later	73	3.12
	LPG	Conventional	59	2.75
		Euro 1 and later	57	2.65
	2-stroke	Conventional	82	3.59
	Hybrid Petrol Small	Euro 4 and later	34	1.49
	Hybrid Petrol Medium	Euro 4 and later	34	1.49
	Hybrid Petrol Large-SUV-Executive	Euro 4 and later	34	1.49
	PHEV Petrol Small	Euro 6 and later	34	1.49
	PHEV Petrol Medium	Euro 6 and later	34	1.49
PHEV Petrol Large-SUV-Executive	Euro 6 and later	34	1.49	
PHEV Diesel Large-SUV-Executive	Euro 5 and later	73	3.12	
E85	Euro 4 and later	87	3.33	
CNG	Euro 4 and later	63	3.02	

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Además, del mismo documento, se obtiene un factor de equivalencia entre los kilogramos de combustible consumido y kilogramos de CO₂. Es igual para vehículos con combustible diésel y gasolina. Es el siguiente: 3,169 kg CO₂/kg of fuel.

En cuanto a los vehículos eléctricos, se tendrá en cuenta el CO₂ emitido por la producción de energía, así como la energía consumida durante los trayectos. Tomando de fuente al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Secretaría de Estado de Energía, el valor medio de las emisiones de los vehículos eléctrico en la generación de la energía necesaria para propulsarlos es de 108 gramos de dióxido de carbono (CO₂).

Para los otros modos de transporte considerados, es decir, autobuses, autobuses eléctricos, y los servicios marítimos y ferroviarios, se recurrirá a los factores de emisión por pasajero y kilómetro calculados por la empresa Meep.



Resumiendo los datos anteriores:

Tabla 40. Consumos medios

Carburante	Vehículos ligeros			Autobuses	Servicio marítimo	FFCC
	Gr fuel/km	Kg Co2/kg fuel	Gr CO2/km	Gr CO2/km	Gr CO2/km	Gr CO2/km
Diesel	55	3,169	-	68	-	-
Gasolina	66	3,169	-	68	18	-
Eléctricos	-	-	108	30	-	40

Fuentes: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021. MITECO. Meep

➤ Resultados obtenidos para cada alternativa:

Utilizando la fórmula $CO_2 \text{ equivalente [gr]} = \text{Factor de emisión según tipo de combustible} \times \text{total de kilómetros recorridos [veh-km o pass-km]}$, siendo los factores de emisión los mostrados en las tablas anteriores, se obtienen las emisiones de gases de efecto invernadero para cada alternativa. Los cálculos detallados se muestran en el Apéndice 4.

Los resultados resumidos para cada escenario son los siguientes:

Tabla 41. Cantidad de emisiones GEI para cada escenario

	Kg CO ₂ /día	Tn CO ₂ /año
Escenario 1	1.522.093	433.797
Escenario 2	1.435.184	409.027
Escenario 3	1.461.180	416.436
Escenario 4	1.297.295	369.729

Fuente: Elaboración propia

➤ Valoración de cada alternativa según las emisiones GEI y el consumo energético:

Para valorar este criterio, cuanto mayor sea el valor calculado, se penalizará el escenario:

Tabla 42. Puntuaciones para el criterio " Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO₂ equivalente)"

	Tn CO ₂ /año	Puntuación
Escenario 1	433.796,51	0,0000
Escenario 2	409.027,30	0,3866
Escenario 3	416.436,20	0,2710
Escenario 4	369.729,14	1,0000

Fuente: Elaboración propia

B. Consumo de energía

Para la obtención del consumo de energía de vehículos ligeros se ha utilizado nuevamente el documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021", donde se detallan los factores a aplicar por tipología de vehículo. Multiplicando este dato por los veh*km/día calculados anteriormente, se obtendrá el resultado deseado para cada alternativa.

Los factores de emisión se obtienen de la Tabla 39. Valores medios de consumo de combustible y energía, donde EC hace referencia al consumo medio de energía. Para los vehículos diésel se toma el ratio 2,35 MJ/km y para los gasolina 2,89 MJ/km.

En cuanto a los vehículos ligeros eléctricos, según la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (Aedive), un vehículo eléctrico consume de media 15 kWh de electricidad cada 100 kilómetros (0,54 MJ/km).

Para calcular el consumo de energía de los autobuses convencionales, autobuses eléctricos y el ferrocarril, se recurre al Blog Geotren, donde se ha calculado el consumo energético por persona para ocupaciones habituales en la región metropolitana de Barcelona, a partir del Plan director de Movilidad de la ATM.

Tabla 43. Consumos de energía por persona y kilómetro

	Kwh/pass-km	MJ/pass-km
Autobús convencional	0,20	0,720
Autobús eléctrico	0,12	0,432
FFCC	0,06	0,216

Fuente: www.geotren.es

En cuanto al transporte marítimo, se consulta datos de la confederación Ecologistas en Acción, quienes calculan el consumo unitario de energía en los diferentes modos de transporte interurbano de personas. Para el transporte marítimo estiman un consumo de 2,1 kep/100 persona-km, lo que equivale a 0,897 MJ/pass-km.

➤ Resultados obtenidos para cada alternativa:

Utilizando la fórmula $\text{Consumo de energía} = \text{Factor de emisión según tipo de combustible} \times \text{total de kilómetros recorridos [veh-km o pass-km]}$, siendo los factores de emisión los explicados anteriormente, se obtienen los consumos de energía para cada alternativa. Los cálculos detallados se muestran en el Apéndice 4.

Los resultados resumidos para cada escenario son los siguientes:



Tabla 44. Consumo de energía para cada escenario

	MJ/día	TJ/año
Escenario 1	20.566.457	5.861,44
Escenario 2	19.192.867	5.469,97
Escenario 3	19.517.747	5.562,56
Escenario 4	17.358.006	4.947,03

Fuente: Elaboración propia

➤ Valoración de cada alternativa según las emisiones GEI y el consumo energético:

Para valorar este criterio, cuanto mayor sea el valor calculado, se penalizará el escenario:

Tabla 45. Puntuaciones para el criterio "Consumo de energía"

	TJ/año	Puntuación
Escenario 1	5.861,44	0,0000
Escenario 2	5.469,97	0,4281
Escenario 3	5.562,56	0,3269
Escenario 4	4.947,03	1,0000

Fuente: Elaboración propia

C. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas

El cambio climático es un fenómeno que afecta en gran medida en nuestro día a día, incluido en el transporte a través de cambios bruscos o graduales. Entre los factores que puedan causar posibles alteraciones se incluyen las modificaciones en las lluvias, la temperatura, el viento, las heladas o la niebla.

Esto eventos pueden llegar a ser cada vez más extremos, teniendo consecuencias ambientales graves si la infraestructura no está preparada para soportarlos. Por ejemplo, los eventos hidrológicos extremos pueden provocar:

- Rotura de la infraestructura: desprendimiento de materiales y escombros con su respectiva contaminación del suelo y ríos o mares.
- Posibles inundaciones en zonas adyacentes protegidas.
- Necesidad de rehabilitar la infraestructura mediante la nueva utilización de recursos.

En este sentido, se busca una reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura del transporte (autovías, vías de tren, estaciones metro, etc.) identificando los riesgos y priorizando las medidas de adaptación.

Por ello el objetivo de este criterio es evaluar el nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas, evaluando cualitativamente las propuestas escogidas en cada escenario y su nivel de desarrollo.

La principal diferencia entre los escenarios son los nuevos servicios de altas prestaciones, es decir, el servicio marítimo en el escenario 2, el servicio ferroviario en el escenario 3 y las líneas exprés en el escenario 4. De ellos, el servicio marítimo es el que se podría ver más perjudicado teniendo en cuenta la incidencia meteorológica de los futuros eventos climáticos extremos, seguido de las líneas exprés ya que están próximas a una ladera con riesgo de desprendimiento. Por último, la infraestructura ferroviaria será más rígida y resiliente a las posibles afecciones climáticas, en especial porque será una nueva infraestructura que ya tendrá en cuenta el cambio climático a la hora de elaborar el proyecto.

Por otra parte, se estudiarán aquellas propuestas específicas para la adaptación y mitigación al cambio climático de las infraestructuras de transporte, con medidas como la mejora de los drenajes longitudinales y transversales o la redacción de planes de emergencias. Las mismas se han propuesto tanto para el escenario 2, como para el 3 y el 4. También hay que tener en cuenta el número de vehículos de cada escenario, ya que a menor número de vehículos, menos riesgo.

Por último, se tienen cuenta aquellas actuaciones que mejoren la movilidad ciclo-peatonal, ya que con ello se fomentará una movilidad más sostenible y una reducción del uso del vehículo privado, buscando como resultado reducir las emisiones GEI. Muchas de ellas se proponen para los escenarios 2, 3 y 4 en la misma magnitud. Otras, como la creación de la red ciclopeatonal o las zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP se proponen en mayor medida en el escenario 3 debido a la necesidad de llegar en este modos a las estaciones de ferrocarril.

Por todo lo mencionado anteriormente, se asigna la puntuación a los diferentes escenarios de manera cualitativa para cada escenario, quedando de la siguiente manera:

Tabla 46. Puntuaciones para el criterio "Nivel de riesgo del sistema de transporte"

	Puntuación
Escenario 1	0
Escenario 2	0,5
Escenario 3	1
Escenario 4	0,8

Fuente: Elaboración propia

D. Calidad del aire

El transporte es la principal fuente de contaminación atmosférica en áreas urbanas debido a sus emisiones nocivas, teniendo consecuencias sobre la salud humana o el patrimonio material. Por ello es necesario cuantificarlos en cada escenario y valorar positivamente aquellas alternativas que consigan reducir estas emisiones.

Las emisiones consideradas para el cálculo serán aquellas que afecten especialmente a la calidad del aire y a la salud de las personas es decir:

- Ozono (O3): se traduce en los contaminantes CO, VOC y Nox



- Dióxido de Nitrógeno (NO2): estudiado como Nox
- Partículas en suspensión

Las emisiones de contaminantes de una categoría de vehículos en un tramo y en un periodo de tiempo, son igual al producto de emisión asociado a la categoría, por el número de vehículos de dicha categoría que circulan por el tramo, por la longitud del tramo.

Siendo la fórmula la siguiente:

$$\text{Emisiones por periodo de tiempo [g]} = \text{Factor de emisión según tipo de combustible [g/km]} \times \text{Número de vehículos por kilometraje recorrido [veh-km]}$$

Para obtener los factores de emisión, se seguirá la guía europea “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021”, donde se diferencian según la categoría de vehículo, el tipo de combustible y la categoría EURO. En este apartado se despreciarán los vehículos eléctricos ya que estos no emiten gases contaminantes.

Para vehículos ligeros se obtiene lo siguiente:

Table 3-17: Tier 2 exhaust emission factors for passenger cars, NFR 1.A.3.b.i

Type	Technology	CO	NM VOC	NO _x	N ₂ O	NH ₃	Pb	CO ₂ lube
Units		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Notes			Given as THC-CH ₄	Given as NO ₂ equivalent				due to lube oil
Petrol Medium	PRE ECE	37.3	2.8	2.53	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	ECE 15/00-01	29.6	2.19	2.53	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	ECE 15/02	21.7	2.060	2.40	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	ECE 15/03	21.1	2.06	2.51	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	ECE 15/04	13.4	1.68	2.66	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	Open Loop	6.49	0.29	1.29	0.01	0.0020	1.82E-05	0.663
	Euro 1 - 91/441/EEC	3.92	0.530	0.485	0.01	0.0922	1.82E-05	0.596
	Euro 2 - 94/12/EEC	2.04	0.251	0.255	0.006	0.1043	1.82E-05	0.530
	Euro 3 - 98/69/EC I	1.82	0.119	0.097	0.002	0.0342	1.82E-05	0.464
	Euro 4 - 98/69/EC II	0.62	0.065	0.061	0.002	0.0342	1.82E-05	0.398
	Euro 5 - EC 715/2007	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	0.398
	Euro 6 a/b/c	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	0.398
	Euro 6 d-temp	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	0.398
	Euro 6 d	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	0.398
Diesel Medium	Conventional	0.688	0.159	0.546	0.00	0.0010	1.82E-05	0.663
	Euro 1 - 91/441/EEC	0.414	0.047	0.690	0.003	0.0010	1.82E-05	0.596
	Euro 2 - 94/12/EEC	0.296	0.035	0.716	0.005	0.0010	1.82E-05	0.530
	Euro 3 - 98/69/EC I	0.089	0.02	0.773	0.007	0.0010	1.82E-05	0.464
	Euro 4 - 98/69/EC II	0.092	0.014	0.58	0.01	0.0010	1.82E-05	0.398
	Euro 5 - EC 715/2007	0.040	0.0080	0.55	0.004	0.0019	1.82E-05	0.398
	Euro 6 up to 2016	0.049	0.0080	0.45	0.004	0.0019	1.82E-05	0.398
	Euro 6 2017-2019	0.049	0.0080	0.35	0.004	0.0019	1.82E-05	0.398
	Euro 6 2020+	0.049	0.0080	0.17	0.004	0.0019	1.82E-05	0.398

Table 3-18: Tier 2 exhaust emission factors for passenger cars, NFR 1.A.3.b.i

Type	Technology	PM2.5	ID(1,2,3,cd)P	B(k)F	B(b)F	B(a)P
Units		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Notes		PM2.5=PM10-TSP				
Petrol Medium	PRE ECE	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	ECE 15/00-01	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	ECE 15/02	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	ECE 15/03	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	ECE 15/04	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	Open Loop	0.0022	1.03E-06	3.00E-07	8.80E-07	4.80E-07
	Euro 1 - 91/441/EEC	0.0022	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 2 - 94/12/EEC	0.0022	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 3 - 98/69/EC I	0.0011	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 4 - 98/69/EC II	0.0011	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 5 - EC 715/2007	0.0014	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 6 a/b/c	0.0014	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 6 d-temp	0.0016	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
	Euro 6 d	0.0016	3.90E-07	2.60E-07	3.60E-07	3.20E-07
Diesel Medium	Conventional	0.2209	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 1 - 91/441/EEC	0.0842	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 2 - 94/12/EEC	0.0548	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 3 - 98/69/EC I	0.0391	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 4 - 98/69/EC II	0.0314	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 5 - EC 715/2007	0.0021	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 6 a/b/c	0.0015	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 6 d-temp	0.0015	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06
	Euro 6 d	0.0015	1.62E-06	1.53E-06	1.95E-06	1.74E-06

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Y para autobuses:

Table 3-23: Tier 2 exhaust emission factors for buses, NFR 1.A.3.b.iii

Type	Technology	CO	NM VOC	NO _x	N ₂ O	NH ₃	Pb	CO ₂ lube
Units		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Notes			Given as THC-CHA	Given as NO ₂ equivalent				due to lube oil
Urban CNG Buses	Euro I - 91/542/EEC I	8.400	0.371	16,500	n.a.	n.a.	2.89E-05	1.860
	Euro II - 91/542/EEC II	2.700	0.313	15,000	n.a.	n.a.	2.68E-05	1.590
	Euro III - 2000	1.000	0.052	10,000	n.a.	n.a.	2.37E-05	1.590
Urban Buses Standard	EEV	1.000	0.045	2,500	n.a.	n.a.	2.37E-05	n.a.
	Conventional	5.710	1.990	16,500	0.029	0.0029	1.90E-05	2.650
	Euro I - 91/542/EEC I	2.710	0.706	10,100	0.012	0.0029	1.61E-05	2.050
	Euro II - 91/542/EEC II	2.440	0.463	10,700	0.120	0.0029	1.55E-05	1.480
	Euro III - 2000	2.670	0.409	9,380	0.001	0.0029	1.62E-05	0.861
	Euro IV - 2005	0.223	0.022	5,420	0.012	0.0029	1.54E-05	0.265
	Euro V - 2008	0.223	0.022	3,090	0.032	0.011	1.54E-05	0.265
	Euro VI A/B/C	0.223	0.220	0.597	0.040	0.009	1.54E-05	0.265
	Euro VI D/E	0.223	0.220	0.597	0.040	0.009	1.54E-05	0.265
	Urban Hybrid Buses	Euro VI A/B/C	0.223	0.220	0.597	0.040	0.009	1.54E-05
Coaches Standard	Conventional	2.270	0.661	10,600	0.029	0.0029	1.37E-05	0.663
	Euro I - 91/542/EEC I	1.850	0.624	8,100	0.009	0.0029	1.26E-05	0.630



Table 3-24: Tier 2 exhaust emission factors for buses, NFR 1.A.3.b.iii

Type	Technology	PM2.5	ID(1.2.3.cd)P	B(k)F	B(b)F	B(a)F
Units		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Notes		PM2.5=PM10=TSP				
Urban CNG Buses	Euro I - 91/542/EEC I	0.0200	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Euro II - 91/542/EEC II	0.0100	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Euro III - 2000	0.0100	3.00E-08	4.00E-08	8.00E-08	5.00E-08
	EEV	0.0050	1.00E-08	1.00E-08	1.00E-08	3.00E-08
Urban Buses Standard	Conventional	0.9090	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro I - 91/542/EEC I	0.4790	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro II - 91/542/EEC II	0.2200	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro III - 2000	0.2070	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro IV - 2005	0.0462	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro V - 2008	0.0462	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI A/B/C	0.0023	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI D/E	0.0023	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI A/B/C	0.0023	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI D/E	0.0023	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
Urban Hybrid Buses	Conventional	0.4700	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro I - 91/542/EEC I	0.3620	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
Coaches Standard	Euro II - 91/542/EEC II	0.1650	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro III - 2000	0.1780	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro IV - 2005	0.0354	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro V - 2008	0.0354	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI A/B/C					
	Euro VI D/E					
	Euro VI D/E	0.0018	1.40E-06	6.09E-06	5.45E-06	9.00E-07
	Euro VI D/E					

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Para ferrocarriles:

Table 3.4 Tier 2 emission factors for railcars

Tier 1 emission factor					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.3.c	Railways			
Fuel	Gas Oil/Diesel				
Snap (if applicable)	080202 Rail cars				
Techonlogies	Rail cars				
Region o regional conditions	NA				
Abatement technologies	NA				
Not applicable	HCH, PCB, HCB				
Not estimated	SOx, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/F, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	39.9	kg/tonne	22	78	Halder et al. (2005)
CO	10.8	kg/tonne	6	20	See Note 1
NM VOC	4.7	kg/tonne	2	8	See Note 1
NH ₃	10	g/tonne	0	0	See Note 3
TSP	1.5	kg/tonne	0.24	9	See Note 2
PM ₁₀	1.1	kg/tonne	0.28	4	Halder et al. (2005)
PM _{2.5}	1	kg/tonne	0.26	3	See Note 2
N ₂ O	24	g/tonne	0	0	See Note 3
CH ₄	179	g/tonne	93	321	See Note 1
CO ₂	3140	kg/tonne	3120	3160	Derived from carbon balance

Para navegación:

Table 3-4 Tier 1 emission factors for ships using gasoline

Tier 1 emission factor					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.3.d.ii	National navigation			
Fuel	Gasoline				
Not applicable	HCH, PCB, HCB				
Not estimated	NH ₃ , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/F, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	9.4	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
CO	573.9	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
NM VOC	181.5	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
SOx	20	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
TSP	9.5	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
PM10	9.5	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)
PM2.5	9.5	kg/tonne fuel	0	0	Winther & Nielsen (2006)

Notes: The table contains averaged figures between 2-stroke and 4-stroke engines, assuming a share of 75% 2-stroke and 25% 4-stroke ones. If more detailed data are available the Tier 2 method should be used.

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Como resumen de las tablas anteriores, se utilizarán los siguientes factores de emisión:

Para vehículos ligeros:

Tabla 47. Factores de emisión para vehículos ligeros

Combustible	CO (g/km)	NM VOC (g/km)	NO _x (g/km)	PM2.5 (g/km)
Diesel	0,049	0,008	0,45	0,0015
Gasolina	0,62	0,065	0,061	0,0014

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Para autobuses:

Tabla 48. Factores de emisión para autobuses

Combustible	CO (g/km)	NM VOC (g/km)	NO _x (g/km)	PM2.5 (g/km)
Diesel	0,223	0,22	0,597	0,0023
Gasolina	0,223	0,22	0,597	0,0023

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Para ferrocarriles:



Tabla 49. Factores de emisión para autobuses

CO (kg/tonne)	NMVOG (kg/tonne)	NO _x (kg/tonne)	PM2.5 (kg/tonne)
10,8	4,7	39,9	1

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

Para servicios marítimos:

Tabla 50. Factores de emisión para autobuses

CO (kg/tonne)	NMVOG (kg/tonne)	NO _x (kg/tonne)	PM2.5 (kg/tonne)
573,9	181,5	9,4	9,5

Fuente: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2021

➤ Resultados obtenidos para cada alternativa:

Utilizando la fórmula explicada anteriormente (*Emisiones por periodo de tiempo [g] = Factor de emisión según tipo de combustible [g/km] x Número de vehículos por kilometraje recorrido [veh-km]*), siendo los factores de emisión los mostrados en las tablas anteriores y el número de vehículos los vehículos totales equivalentes calculados en el apartado “Tipología de vehículos”, se obtienen las emisiones para los diferentes agentes contaminantes y para cada alternativa. Se muestran los datos tanto en gramos como en toneladas, así como para un día y para un año (multiplicando por 285 días=días laborables +1/3 fin de semana). Se explican detalladamente en el Apéndice 4

El resumen de los resultados obtenidos es el siguiente:

Tabla 51. Cantidad de emisiones contaminantes para cada escenario

	CO	NMVOG	NO _x	PM2.5
Escenario 1 (Tn/año)	673,28	108,32	587,07	3,28
Escenario 2 (Tn/año)	611,99	106,00	575,35	3,20
Escenario 3 (Tn/año)	631,90	102,68	558,61	3,09
Escenario 4 (Tn/año)	540,38	98,42	536,81	2,94

Fuente: Elaboración propia

➤ Valoración de cada alternativa según la calidad del aire:

Una vez obtenidas las toneladas de emisiones emitidas, se puntuará cada escenario considerando la suma de todas ellas.

A mayor valor de emisiones se penalizará la puntuación de la alternativa.

Tabla 52. Puntuación para el criterio “Calidad del aire”

	Tn/año	Puntuación
Escenario 1	1.362,20	0,0000
Escenario 2	1.237,49	0,4622
Escenario 3	1.318,56	0,1617
Escenario 4	1.092,37	1,000

Fuente: Elaboración propia

E. Contaminación acústica

La Directiva Europea sobre ruido recomienda, para el tráfico rodado, el empleo de las fórmulas del método francés “*Guide du bruit des transports terrestres*”. La fórmula de aplicación queda recogida en la publicación: “*Reducción del ruido en el entorno de las carreteras*” del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, y es la siguiente:

$$L_{eq} = 20 + 10 \cdot \log(Q_{vl} + E \cdot Q_{vp}) + 20 \cdot \log V - 12 \cdot \log\left(d + \frac{l_c}{3}\right) + 10 \cdot \log \frac{\theta}{180}$$

Donde:

- L_{eq} = Nivel de presión sonora equivalente dB (A).
- Q_{vl} , Q_{vp} = Número de vehículos ligeros y pesados.
- E = Factor de corrección por equivalencia entre vehículos ligeros y pesados.
- V = Velocidad en km/h.
- d = Distancia del borde de la carretera.
- l_c = Anchura de la carretera.
- θ = Ángulo de visión.

La ecuación anterior está diseñada para una carretera o una actuación concreta, por ello se realizará una comparativa de los niveles de ruido de una manera relativa. La fórmula planteada muestra como a mayor número de vehículos y velocidad, se obtienen valores mayores de ruido.

Es por ello que para la comparativa de alternativas uno de los criterios que se tendrá en cuenta es la cantidad de vehículos circulando en términos de vehículos-kilómetro. Además, se considerará el ruido emitido por las principales actuaciones de los escenarios, es decir, el nuevo servicio marítimo, el nuevo servicio ferroviario, y las nuevas líneas exprés.

➤ Resultados obtenidos para cada alternativa

Se resume los valores que se tendrán en cuenta para la valoración:



Tabla 53. Variables para calcular la contaminación acústica

	Q _{vl}	dB
Escenario 1	7.503.075	0
Escenario 2	7.295.270	70
Escenario 3	6.999.920	90
Escenario 4	6.713.874	80

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el escenario 1 es el que más vehículos-kilómetro presenta y, el escenario 4, el que menos. Por tanto, en este sentido, la alternativa que menos niveles de ruido presentará será esta última.

En cuanto a los decibelios, el escenario 1 será el más beneficiado y, el 3, el que menos.

➤ Valoración de cada alternativa según el ruido

Teniendo en cuenta lo anterior, se asigna un valor entre 0 y 1 para cada escenario, de una manera orientativa.

Tabla 54. Puntuaciones para el criterio "Contaminación acústica"

	Puntuación
Escenario 1	0,5
Escenario 2	0,8
Escenario 3	0
Escenario 4	1

Fuente: Elaboración propia

F. Ocupación del suelo

En términos de afección al suelo, tierra, agua y biodiversidad, son las actuaciones que implican una ocupación de terreno las que podrían afectar negativamente a estos factores. En el caso de los diferentes escenarios, las actuaciones serían:

Escenarios 2 y 4:

- Red ciclopeatonal
- Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (Park & Ride)

Escenario 3:

- Red ciclopeatonal
- Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (Park & Ride)
- Nueva infraestructura ferroviaria

La longitud de las redes ciclo-peatonales varía en función del escenario, ya que se necesita una longitud diferente según las estaciones de transporte planteadas (de FFCC; para el servicio marítimo...)

➤ Resultados obtenidos para cada alternativa

Para estimar la superficie que implicaría la ejecución de todas las actuaciones en cada escenario, se recurre al *Plan de Acción* y a las actuaciones en formato Shape con el objetivo de conseguir las áreas y las longitudes ocupadas por cada una.

Igualmente, estas medidas son aproximadas ya que hasta la redacción del proyecto de cada una de ellas no se definirán los detalles técnicos como el trazado o los anchos. Se realiza esta estimación simplemente a modo de comparación entre escenarios, para poder asignarles una puntuación y finalmente incluir el criterio de *Ocupación de suelo* como una variable más en la evaluación final del análisis multicriterio.

A continuación, se muestra una tabla con el cálculo de la superficie ocupada por cada una de las actuaciones:

Tabla 55. Cálculo de áreas

ACTUACIONES	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Creación de red ciclopeatonal en el Escenario 2	98.528	3	295.584
Creación de red ciclopeatonal en el Escenario 3	105.326	3	315.978
Creación de red ciclopeatonal en el Escenario 4	100.316	3	300.948
Park&Ride (escenarios 2, 3 y 4)	-	-	27.000
Ferrocarril – Vías	-	-	320.549
Ferrocarril - Estaciones	-	-	9.000

Resumiendo, las superficies ocupadas por cada escenario:

Tabla 56. Superficie ocupada por las actuaciones en cada escenario

ACTUACIONES	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Creación de red ciclopeatonal	-	295.584 m ²	315.978 m ²	300.948 m ²
Park&Ride (escenarios 2, 3 y 4)	-	27.000 m ²	27.000 m ²	27.000 m ²
Nuevo servicio ferroviario	-		329.549 m ²	
TOTAL (m ²)	-	322.584m ²	1.002.076m ²	327.948m ²
TOTAL (km ²)	-	32,26 km ²	100,21 km ²	32,79 km ²

Fuente: Elaboración propia

➤ Valoración de cada alternativa según la ocupación del suelo

Teniendo en cuenta lo anterior, se asigna un valor entre 0 y 1 para cada escenario, puntuando negativamente a aquellos escenarios con mayor ocupación de suelo:



Tabla 57. Puntuaciones para el criterio "Ocupación del suelo"

	Área	Puntuación
Escenario 1	0 km ²	1
Escenario 2	32,26 km ²	0,6781
Escenario 3	100,21 km ²	0
Escenario 4	32,79 km ²	0,6727

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Variables Funcionales y sociales

A. Accidentalidad

A la hora de realizar actuaciones en transporte y movilidad hay que tener presente la accidentalidad que ello puede conllevar, intentando reducir tanto el número de accidentes como el número de víctimas. Llevando a cabo actuaciones que fomenten el transporte público y el uso de modos no motorizados se consigue un traspaso modal desde el vehículo privado hacia estos modos.

Este tipo de vehículo es el que implica una mayor probabilidad de accidente, por tanto, si los kilómetros finales recorridos por el total de vehículos en este modo se ven reducidos debido a las actuaciones de los escenarios, esto conllevará una automáticamente una reducción en esta probabilidad.

Además, en todos los escenarios se plantean actuaciones para la eliminación de barreras, como la instalación de pasarelas peatonales o pasos inferiores, aumentando la seguridad vial.

➤ Valoración de cada alternativa según la accidentalidad

A mayor número de kilómetros recorridos, peor valoración.

Tabla 58. Puntuaciones para el criterio "Accidentalidad"

	Veh-km	Puntuación
Escenario 1	7.961.146	0,000
Escenario 2	7.221.713	0,6056
Escenario 3	7.322.156	0,5233
Escenario 4	6.740.058	1,0000

Fuente: Elaboración propia

B. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos

Este aspecto se ha estudiado de forma cualitativa, tomando como referencia las propuestas escogidas relacionadas con los incidentes de violencia y acoso, así como el riesgo relacionado con los nuevos sistemas de transporte planteados (marítimo, ferroviario, líneas exprés).

Respecto a esto último, se estudia la cercanía a las paradas desde el domicilio, ya que cuanto más distancia haya que recorrer, más riesgo de acoso. En este sentido, el escenario 2 es el que menos paradas presenta, por tanto el más inseguro.

Por otra parte, en el escenario 4 se plantean horario nocturnos de autobús e intercambiadores, lo que reducirá aún más el riesgo de violencia y acoso.

En cuanto a las actuaciones, el principal objetivo es aumentar la seguridad y el confort para los peatones y personas usuarias del transporte público, con medidas como el aumento de la iluminación o aumento del espacio público destinado a peatones.

Algunas de estas propuestas son:

- Ampliación y mejora de aceras.
- Eliminación/reducción de barreras que dificultan la movilidad de modos activos entre áreas conurbadas.
- Mejora del arbolado y zonas de sombra.
- Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (Park & Ride).
- Reestructuración de la red de transporte público: necesidades de las mujeres.

Sin embargo, estas actuaciones se plantean por igual en los 3 escenarios (2, 3 y 4)

La puntuación asignada para cada escenario, en función del nivel de desarrollo de las propuestas, queda de la siguiente manera:

Tabla 59. Puntuaciones para el criterio "Riesgo de incidentes de violencia y acoso"

	Puntuación
Escenario 1	0
Escenario 2	0,50
Escenario 3	0,80
Escenario 4	1

Fuente: Elaboración propia

C. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles

Al igual en criterios anteriores, este aspecto se ha estudiado de forma cualitativa, teniendo en cuenta las propuestas relacionadas con los nuevos modos de transporte.

Como se comentó anteriormente, el servicio marítimo es el menos paradas de transporte presenta, y por consecuente, el que tiene menos orígenes/destinos en comparación con otros modos. Por otra parte, el servicio ferroviario, si bien mejora la accesibilidad a larga distancia, los puntos de acceso están más dispersos en el territorio, por lo que habrá que utilizar varios modos de transporte.



Por otro lado, se consideran aquellas actuaciones que fomenten modos no motorizados (pie, bicicleta, VMP), el transporte público y la intermodalidad, y que conlleven alguna diferencia entre los escenarios, como por ejemplo:

- Zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP.
- Implantación de una red ciclopeatonal segura: Propuesta de Itinerarios ciclistas
- Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Medidas de priorización semafórica
- Intercambiadores – en función de la definición de la red de transporte público.
- Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Carriles Bus y carriles Bus-VAO.

La puntuación asignada para cada escenario, en función del nivel de desarrollo de las propuestas, queda de la siguiente manera:

Tabla 60. Puntuaciones para el criterio "Facilidad de acceso al transporte"

	Puntuación
Escenario 1	0
Escenario 2	0,60
Escenario 3	0,80
Escenario 4	1

Fuente: Elaboración propia

D. Tiempos de recorrido

El objetivo de este criterio es valorar la accesibilidad al territorio y a los centros atractores de las diferentes alternativas a través de la reducción en la congestión. Esto se evaluará con la suma de tiempos de todos los trayectos en cada uno de los escenarios, para un Día Laborable Tipo (DLT, periodo modelizado). Del modelo se obtienen los siguientes datos:

Tabla 61. Tiempos de recorrido

	Transporte público (h)	Vehículos ligeros (h)	Total (h)
Escenario 1	652	136.068	136.720
Escenario 2	655	118.357	119.012
Escenario 3	728	118.453	119.181
Escenario 4	681	106.963	107.644

Fuente: Elaboración propia

- Valoración de cada alternativa según el tiempo de recorrido:

Se puntuará positivamente una reducción en los tiempos de recorrido, ya que ello facilitará el acceso a centros atractores como son centros sanitarios o educativos, beneficiando especialmente a las personas cuidadoras:

Tabla 62. Puntuaciones para el criterio "Tiempos de recorrido"

	Horas totales	Puntuación
Escenario 1	136.720	0,000
Escenario 2	119.012	0,609
Escenario 3	119.181	0,603
Escenario 4	107.644	1,000

Fuente: Elaboración propia

E. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano

Al igual que en criterios anteriores, este aspecto se ha estudiado de forma cualitativa, teniendo en cuenta las propuestas escogidas relacionadas con la mejora de la accesibilidad al transporte público y en el espacio urbano para personas con discapacidad y con perspectiva de género, así como la accesibilidad a los nuevos sistemas de transporte planteados (marítimo, ferroviario, líneas exprés).

Respecto a esto último, se estudia la cercanía a las paradas desde el domicilio, ya que cuanto más distancia haya que recorrer, menos accesibilidad para mujeres y personas con discapacidad. En este sentido, el escenario 2 es el que menos paradas presenta, por tanto el menos accesible.

Por otra parte, en el escenario 4 existe más cercanía a las paradas de transporte, lo que facilitará el acceso para personas con discapacidad. En este escenario también se plantea una renovación de la flota más ambiciosa respecto a otros escenarios, lo que implicará que sean más accesibles y cómodos para este colectivo.

La puntuación asignada para cada escenario, en función del nivel de desarrollo de las propuestas, queda de la siguiente manera:

Tabla 63. Puntuaciones para el criterio "Accesibilidad"

	Puntuación
Escenario 1	0
Escenario 2	0,40
Escenario 3	0,80
Escenario 4	1

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Variables Económicas

A. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de operación y mantenimiento

El objetivo de este criterio es asegurar la sostenibilidad financiera del sistema de transporte metropolitano. Para ello se calculará la relación existente entre el ingreso por las tarifas de transporte, proveniente de las



personas usuarias, y los costes de mantenimiento y operación de la flota que existirá en el futuro, tanto para autobuses como para los nuevos servicios marítimo y ferroviario. En estos costes no se han tenido en cuenta ni las inversiones respectivas a las actuaciones del plan, ni los costes de mantenimiento y operación del resto de actuaciones relacionadas con el transporte público.

Para calcular esta ratio, por una parte se estiman los ingresos para cada escenario, tomando una media del billete de transporte de 1,35€:

Tabla 64. Ingresos por tarifas

	Viajes en transporte público	Ingresos por día	Ingresos por año
Escenario 1	42.367	57.195,57 €	16.300.736,55 €
Escenario 2	123.610	166.873,61 €	47.558.979,97 €
Escenario 3	152.607	206.019,40 €	58.715.530,19 €
Escenario 4	149.818	202.254,49 €	57.642.528,51 €

Fuente: Elaboración propia

Por otra, se estiman los costes para la operación y mantenimiento anuales de la flota de transporte público. En base a pliegos de prescripciones técnicas y otros estudios, se considera un coste de mantenimiento de 0,20€/km para autobuses convencionales, y 0.18€/km para autobuses eléctricos. Por otra parte, se obtienen los costes de mantenimiento del sistema marítimo y ferroviario del *Plan de Acción*.

Escenario 1:

Tabla 65. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 1

	km Urbano	km Interurbano	Coste DLT	Coste anual
Combustión	8.843	13.865	4.541,65 €	1.294.371,52 €
Eléctricos	16.423	0	2.956,22 €	842.522,15 €
Total	25.267	13.865	7.497,87 €	2.136.893,67 €

Fuente: Elaboración propia

Escenario 2:

Tabla 66. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 2

	km Urbano	km Interurbano	Coste DLT	Coste anual
Combustión	8.843	13.865	4.541,65 €	1.294.371,52 €
Eléctricos	16.423	0	2.956,22 €	842.522,15 €
Servicio marítimo	-	-	-	1.130.000,00 €
Total	25.267	13.865	7.497,87 €	3.266.096,41 €

Fuente: Elaboración propia

Escenario 3:

Tabla 67. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 3

	km Urbano	km Interurbano	Coste DLT	Coste anual
Combustión	8.843	13.851	4.538,86 €	1.293.574,26 €
Eléctricos	16.423	0	2.956,22 €	842.522,15 €
Servicio ferroviario	-	-	-	87.897.139,78 €
Total	25.267	13.865	7.497,87 €	90.033.236,19 €

Fuente: Elaboración propia

Escenario 4:

Tabla 68. Coste de mantenimiento del transporte público. Escenario 4

	km Urbano	km Interurbano	Coste DLT	Coste anual
Combustión	8.850	5.448	2.859,44 €	814.939,66 €
Eléctricos	16.435	10.117	4.779,35 €	1.362.113,44 €
Total	25.284	15.565	7.638,78 €	2.177.053,10 €

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con estos valores, se calcula la ratio Ingresos por tarifas/Costos de operación y mantenimiento y se le asigna una puntuación:

Tabla 69. Puntuación para el criterio "Ratio ingresos/costos"

	Ingresos/costos	Puntuación
Escenario 1	7,63	0,7299
Escenario 2	14,56	0,4614
Escenario 3	0,65	0
Escenario 4	26,48	1

Fuente: Elaboración propia

B. Asequibilidad del sistema de transporte

El objetivo de este criterio es asegurar el acceso, económicamente hablando, de la mayoría de personas al transporte público. Para ello, se propone, en los escenarios 2, 3 y 4, establecer el mismo precio del billete de transporte público en todos los modos.



➤ Valoración de cada alternativa según la asequibilidad

Tabla 70. Puntuaciones para el criterio "Asequibilidad del sistema de transporte"

	Puntuación
Escenario 1	0
Escenario 2	1
Escenario 3	1
Escenario 4	1

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Pesos asignados a cada criterio

Para calcular las puntuaciones finales para cada alternativa, hará falta asignar un peso a cada criterio en función de su importancia. Por una parte, muchos de los objetivos estratégicos están relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático, así como con la reducción de la contaminación. Por otra, existen hasta 16 iteraciones entre los criterios ambientales escogidos y los factores de la Ley GICA. Por ello, se le ha otorgado al bloque ambiental la mayor importancia con un 50% del peso total.

Así mismo, los aspectos funcionales y sociales también están incluidos en diversos objetivos y tienen hasta 11 iteraciones con los factores de la ley GICA, por ello se les ha otorgado un peso del 40%. Finalmente, a las variables económicas se les asigna el 10% restante al apenas tener 2 iteraciones con los factores de la ley y no ser el objetivo principal del plan la rentabilidad económica.

Los pesos asignados se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 71. Pesos considerados para las distintas variables

OE	VARIABLES AMBIENTALES	PESOS
1	1. Emisiones GEI (CO ₂ eq)	10,0%
1	2. Consumo de energía	7,0%
2	3. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas	7,0%
3	4. Calidad del aire	10,0%
3	5. Contaminación acústica	8,0%
-	6. Ocupación del suelo	8,0%
VARIABLES FUNCIONALES Y SOCIALES		40%
4	7. Accidentalidad	8,0%
4	8. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos	8,0%
5	9. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles	8,0%

		PESOS
5	10. Tiempos de recorrido	8,0%
5	11. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano	8,0%
VARIABLES ECONÓMICAS		10%
6	12. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de mantenimiento	5,0%
7	13. Asequibilidad del sistema de transporte	5,0%
Total		100%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las **variables ambientales**, se observa cómo los pesos asignados a cada criterio son diferentes. Esto es debido a la gravedad de los problemas que presenta el Área de Almería en la actualidad y su previsible evolución en un futuro. En concreto:

- **Emisiones GEI (CO₂ eq):** a esta variable, junto a la calidad del aire, se le otorga el mayor peso ya que, conforme a lo expuesto en el Estudio Ambiental Estratégico, la tendencia previsible de los efectos del cambio climático en ausencia de una planificación del transporte metropolitano en el Área de Almería es de un incremento importante de los efectos negativos del mismo, es especial porque en los últimos años ha aumentado la población y, consecuentemente, las emisiones GEI. Entre las **amenazas climáticas** previsibles en un escenario futuro destacan: temperaturas más elevadas, descenso de las precipitaciones, olas de calor de mayor duración, periodos de sequía más intensos, incremento en la concentración de las precipitaciones o mayor frecuencia de aguaceros.
- **Calidad del aire:** a esta variable se le otorga también el mayor peso ya que la contaminación atmosférica es uno de los grandes problemas del Área de Almería (apartado 4. Aspectos relevantes de la situación actual del medio ambiente y su probable evolución en caso de no aplicación del PTMAAL). En referencia a este problema, el Área de Almería superó en 3 de las estaciones de Níjar (La Granatilla, La Joya y Rodalquilar), en 2 estaciones de Almería (El Boticario y Mediterráneo) y en la estación de El Ejido del valor objetivo de ozono para la protección de la salud humana en un promedio de 42 días (120 µg/m³ como máxima media octohoraria del día, que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años). Además, el tráfico rodado es la principal fuente antropogénica de las emisiones contaminantes que inciden en la calidad del aire del Área de Almería y El Ejido.
- En lo que respecta a la **contaminación acústica**, el tráfico de vehículos es el causante del 75-80% de la contaminación acústica urbana, siendo el tráfico de automóviles y motos el generador de más de la mitad del ruido urbano total. Además, según lo dispuesto en la Agenda 21 de Almería, el 50% del ruido producido es generado por turismos. Por ello se le otorga la segunda puntuación más alta.
- **Ocupación del suelo:** a esta variable se le establece un peso del 8% ya que ciertas actuaciones, como el nuevo servicio ferroviario, pueden suponer una importante ocupación de suelo, con su correspondiente afección a la biodiversidad, fauna, flora, etc.



- Consumo de energía y Nivel de riesgo del sistema de transporte frente a las amenazas climáticas: finalmente, a estos dos criterios se les otorga el puntaje restante por igual (7% cada uno).

En cuanto a los criterios dentro de los bloques “Variables funcionales y sociales” y “variables económicas”, a cada criterio se le otorga el mismo peso ya que se consideran de igual importancia.

5. JUSTIFICACIÓN DEL ESCENARIO SELECCIONADO

Una vez establecidos y calculados los criterios a evaluar para cada alternativa, se procede a realizar la comparación entre ellos. A modo resumen, las puntuaciones quedan de la siguiente manera:

Tabla 72. Puntuaciones finales

	E1	E2	E3	E4
VARIABLES AMBIENTALES				
1. Emisiones GEI (CO2 eq)	0,000	0,387	0,271	1,000
2. Consumo de energía	0,000	0,428	0,327	1,000
3. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas	0,000	0,300	1,000	0,800
4. Calidad del aire	0,000	0,462	0,162	1,000
5. Contaminación acústica	0,500	0,800	0,000	1,000
6. Ocupación del suelo	1,000	0,678	0,000	0,673
VARIABLES FUNCIONALES Y SOCIALES				
7. Accidentalidad	0,000	0,606	0,523	1,000
8. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos	0,000	0,300	0,800	1,000
9. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles	0,000	0,400	0,800	1,000
10. Tiempos de recorrido	0,000	0,609	0,603	1,000
11. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano	0,000	0,400	0,800	1,000
VARIABLES ECONÓMICAS				
12. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de mantenimiento	0,730	0,461	0,000	1,000
13. Asequibilidad del sistema de transporte	0,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

Multiplicando por los pesos correspondientes:

Tabla 73. Resultados de la puntuación final de los escenarios

	E1	E2	E3	E4
VARIABLES AMBIENTALES				
1. Emisiones GEI (CO2 eq)	0,000	0,039	0,027	0,100
2. Consumo de energía	0,000	0,030	0,023	0,070
3. Nivel de riesgo del sistema de transporte respecto a las amenazas climáticas	0,000	0,021	0,070	0,056
4. Calidad del aire	0,000	0,046	0,016	0,100
5. Contaminación acústica	0,040	0,064	0,000	0,080
6. Ocupación del suelo	0,080	0,054	0,000	0,054
VARIABLES FUNCIONALES Y SOCIALES				
7. Accidentalidad	0,000	0,048	0,042	0,080
8. Riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y los espacios públicos	0,000	0,024	0,064	0,080
9. Facilidad de acceso a modos de transporte sostenibles	0,000	0,032	0,064	0,080
10. Tiempos de recorrido	0,000	0,049	0,048	0,080
11. Accesibilidad para las personas al transporte público y en el espacio urbano	0,000	0,032	0,064	0,080
VARIABLES ECONÓMICAS				
12. Ratio Ingresos por tarifas/Costos de mantenimiento	0,036	0,023	0,000	0,050
13. Asequibilidad del sistema de transporte	0,000	0,050	0,050	0,050
	0,156	0,512	0,468	0,960

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el escenario con mayor puntuación y, por tanto, el elegido, es el **Escenario 4**. En esta alternativa se incluye las actuaciones más ambiciosas en cuanto a la mejora del transporte público actual y ampliación del mismo. Entre ellas:

- Renovación de la flota
- Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Carriles Bus y carriles Bus-VAO.
- Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Medidas de priorización semafórica
- Implantación de áreas intermodales.
- Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Implantación de servicios de autobús de altas prestaciones.
- Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Mejorar frecuencias y velocidades comerciales
- Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Mejorar la coordinación de horarios de entrada y salida en los centros de trabajo y estudios.



Con estas medidas, además de otras comunes entre escenarios, se consigue una reducción de viajes totales y un nuevo reparto modal perjudicando al vehículo privado y beneficiando a modos de transporte más sostenibles. Con ello se consigue una reducción considerable de la contaminación atmosférica y acústica, del consumo de combustible o de la accidentalidad, entre otros aspectos.

Además, con este escenario, se reduce el riesgo de incidentes de violencia y acoso en el transporte y en los espacios urbanos, se facilita el acceso a otros modos de transporte distintos al vehículo privado, o se mejora la accesibilidad con perspectiva de género y para las personas con discapacidad.

En definitiva, el escenario 4 es el que contribuirá en mayor medida a la consecución de los objetivos estratégicos del Plan de Transporte Metropolitano del Área de Almería.



APÉNDICE 1. INVERSIONES Y COSTES



PROGRAMAS DE ACTUACIÓN		ESCENARIO 1		ESCENARIO 2		ESCENARIO 3		ESCENARIO 4	
		INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
LE1	MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA Y VEHÍCULOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO								
LE1 – P1	Mejora y ampliación de aceras	- €	- €	60.000.000 €	6.000.000 €	60.000.000 €	6.000.000 €	60.000.000 €	3.000.000 €
LE1 – P2.1	Implantación de una red ciclopeatonal segura: Propuesta de Itinerarios ciclistas	- €	- €	59.186.200 €	2.959.310 €	62.585.200 €	3.129.260 €	60.080.200 €	3.004.010 €
LE1 – P2.2	Implantación de una red ciclopeatonal segura: Zonas de estacionamiento seguro para bicicletas/VMP	- €	- €	1.227.000 €	61.350 €	1.468.500 €	73.425 €	1.350.000 €	67.500 €
LE1 – P3	Disminución de plazas de aparcamiento en superficie acompañada de la creación de aparcamientos para dar cabida a las dos medidas anteriores.	- €	- €	60.000 €	- €	60.000 €	- €	60.000 €	- €
LE1 – P4	Eliminación/reducción de barreras que dificultan la movilidad de modos activos entre áreas conurbadas.	- €	- €	24.200.000 €	1.210.000 €	24.200.000 €	1.210.000 €	24.200.000 €	1.210.000 €
LE1 – P5	Mejora del arbolado y zonas de sombra.	- €	- €	25.000.000 €	3.750.000 €	25.000.000 €	3.750.000 €	25.000.000 €	3.750.000 €
LE1 – P6	Aparcamientos disuasorios ligados al transporte público (park&ride).	- €	- €	3.360.000 €	168.000 €	3.360.000 €	168.000 €	3.360.000 €	168.000 €
LE1 – P7	Creación de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos y de combustibles bajos en carbono	- €	- €	2.400.000 €	240.000 €	3.000.000 €	300.000 €	2.800.000 €	280.000 €
LE1 – P8	Renovación de la flota de transporte público (cero y bajas emisiones).	23.400.000 €	4.680.000 €	23.400.000 €	4.680.000 €	23.400.000 €	4.680.000 €	43.000.000 €	8.600.000 €
LE1 – P9	Mejora de la accesibilidad universal al transporte público: vehículos y paradas.	- €	- €	2.000.000 €	100.000 €	2.000.000 €	100.000 €	2.000.000 €	100.000 €
LE1 – P10	Renovación del parque vehicular privado.	- €	- €	3.000.000 €	- €	3.000.000 €	- €	3.000.000 €	- €
LE1 – P11	Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura del transporte respecto del cambio climático.	- €	- €	10.000.000 €	1.000.000 €	10.000.000 €	1.000.000 €	10.000.000 €	1.000.000 €
LE1 – P12.1	Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Carriles Bus y carriles Bus-VAO.	- €	- €	- €	- €	- €	- €	2.523.200 €	378.480 €
LE1 – P12.2	Creación de una red de altas prestaciones por carretera, con medidas de priorización para el transporte público: Medidas de priorización semafórica	- €	- €	- €	- €	- €	- €	860.000 €	43.000 €
LE1 – P13	Implantación de áreas intermodales (intercambiadores de transporte y puntos de intercambio)	- €	- €	- €	- €	- €	- €	239.400.000 €	11.970.000 €



PROGRAMAS DE ACTUACIÓN		ESCENARIO 1		ESCENARIO 2		ESCENARIO 3		ESCENARIO 4	
		INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
LE2	MEJORA DE LAS OPERACIONES Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO								
LE2 – P1	Ampliación de las Zonas de Bajas Emisiones en Almería, El Ejido y Roquetas de Mar, y medidas asociadas.	2.969.498,00 €	445.425,00 €	20.465.456,00 €	3.069.818,00 €	20.465.456,00 €	3.069.818,00 €	20.465.456,00 €	3.069.818,00 €
LE2 – P2	Regulación del estacionamiento.	- €	- €	484.000,00 €	200.000,00 €	484.000,00 €	200.000,00 €	484.000,00 €	200.000,00 €
LE2 – P3.1	Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Necesidades de las mujeres	- €	- €	1.000.000,00 €	150.000,00 €	1.000.000,00 €	150.000,00 €	1.000.000,00 €	150.000,00 €
LE2 – P3.2	Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Implantación de servicios de autobús de altas prestaciones.	- €	- €	- €	- €	- €	- €	7.340.000,00 €	1.790.000,00 €
LE2 – P3.3	Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Nuevas herramientas de ayuda para la gestión y explotación de los servicios de transporte público	- €	- €	7.400.000,00 €	1.110.000,00 €	7.400.000,00 €	1.110.000,00 €	7.400.000,00 €	1.110.000,00 €
LE2 – P3.4	Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Mejorar la coordinación de horarios de entrada y salida en los centros de trabajo y estudios.	- €	- €	50.000,00 €	- €	50.000,00 €	- €	50.000,00 €	- €
LE2 – P3.5	Reestructuración de la red de transporte público que contemple: Implementar nuevos servicios de transporte público.	2.970.000,00 €	2.040.000,00 €	2.970.000,00 €	2.040.000,00 €	2.970.000,00 €	2.040.000,00 €	2.970.000,00 €	445.500 €
LE2 – P4	Mejora de la intermodalidad en el transporte público.	- €	- €	100.000,00 €	10.000,00 €	100.000,00 €	10.000,00 €	100.000,00 €	10.000,00 €
LE2 – P5	Control del transporte público e información a la persona usuaria de transporte público en tiempo real.	- €	- €	8.800.000,00 €	888.000,00 €	8.800.000,00 €	888.000,00 €	8.800.000,00 €	888.000,00 €
LE2 – P6	Medidas de conservación y operativas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.	- €	- €	1.500.000,00 €	75.000,00 €	1.500.000,00 €	75.000,00 €	1.500.000,00 €	75.000,00 €



PROGRAMAS DE ACTUACIÓN		ESCENARIO 1		ESCENARIO 2		ESCENARIO 3		ESCENARIO 4	
		INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
LE3	MEJORA DE LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO								
LE3 – P1	Revisión del marco tarifario, integración billetes y medios de pago.	- €	- €	50.000,00 €	- €	50.000,00 €	- €	50.000,00 €	- €
LE3 – P2	Establecer un marco legal para la implantación de Zonas de Bajas Emisiones.	- €	- €	1.000.000,00 €	- €	1.000.000,00 €	- €	1.000.000,00 €	- €
LE3 – P3	Mejora de la coordinación entre los distintos organismos a cargo de la movilidad (Junta, Consorcio, ayuntamientos, empresas operadoras del transporte público).	- €	- €	1.550.000,00 €	- €	1.550.000,00 €	- €	1.550.000,00 €	- €
LE3 – P4	Medidas de apoyo a la adquisición de vehículos de bajas/cero emisiones.	- €	- €	2.500.000,00 €	- €	2.500.000,00 €	- €	2.500.000,00 €	- €
LE3 – P5	Medidas de fomento del uso de la bicicleta	- €	- €	8.500.000,00 €	850.000,00 €	8.500.000,00 €	850.000,00 €	8.500.000,00 €	850.000,00 €
LE3 – P6	Medidas de fomento para la movilidad colaborativa.	- €	- €	66.000,00 €	6.000,00 €	66.000,00 €	6.000,00 €	66.000,00 €	6.000,00 €
LE3 – P7	Creación de nuevas Áreas de Prestación Conjunta de Taxis.	- €	- €	60.000,00 €	- €	60.000,00 €	- €	60.000,00 €	- €
LE3 – P8	Marco común de la movilidad de mercancías y la carga y descarga en el área metropolitana.	- €	- €	150.000,00 €	- €	150.000,00 €	- €	150.000,00 €	- €
LE3 – P9	Medidas para mejorar la seguridad en los desplazamientos hacia/desde los invernaderos.	- €	- €	12.520.000,00 €	626.000,00 €	12.520.000,00 €	626.000,00 €	12.520.000,00 €	626.000,00 €
LE2 – P7	Nuevo mapa concesional de transporte público	- €	- €	310.000,00 €	- €	310.000,00 €	- €	310.000,00 €	- €
TOTALES		29.339.498 €	7.165.425 €	295.908.656 €	30.323.478 €	922.196.301 €	117.332.643 €	554.448.856 €	47.258.708 €



APÉNDICE 2. DEMANDA EXPANDIDA



EXPANSIÓN POBLACIONAL		Demanda anual expandida E1	Demanda anual expandida E2	Demanda anual expandida E3	Demanda anual expandida E4	
Año	Factor aumento	Transporte público (viajes)	Transporte público (viajes)	Transporte público (viajes)	Transporte público (viajes)	
2029	0	1	19.753.409	34.688.408	44.063.571	43.704.322
2030	1	1,0138034	20.026.073	35.167.224	44.671.796	44.307.588
2031	2	1,0136154	20.298.736	35.646.041	45.280.021	44.910.855
2032	3	1,0134325	20.571.400	36.124.858	45.888.247	45.514.121
2033	4	1,0132545	20.844.063	36.603.674	46.496.472	46.117.388
2034	5	1,0130811	21.116.727	37.082.491	47.104.698	46.720.654
2035	6	1,0129122	21.389.390	37.561.308	47.712.923	47.323.921
2036	7	1,0127476	21.662.053	38.040.124	48.321.148	47.927.187
2037	8	1,0125871	21.934.717	38.518.941	48.929.374	48.530.454
2038	9	1,0124307	22.207.380	38.997.757	49.537.599	49.133.721
2039	10	1,0122781	22.480.044	39.476.574	50.145.825	49.736.987
2040	11	1,0121291	22.752.707	39.955.391	50.754.050	50.340.254
2041	12	1,0119838	23.025.371	40.434.207	51.362.275	50.943.520
2042	13	1,0118419	23.298.034	40.913.024	51.970.501	51.546.787
2043	14	1,0117033	23.570.698	41.391.841	52.578.726	52.150.053
2044	15	1,0115679	23.843.361	41.870.657	53.186.952	52.753.320
2045	16	1,0114356	24.116.024	42.349.474	53.795.177	53.356.586
2046	17	1,0113063	24.388.688	42.828.291	54.403.402	53.959.853
2047	18	1,0111799	24.661.351	43.307.107	55.011.628	54.563.120
2048	19	1,0110563	24.934.015	43.785.924	55.619.853	55.166.386
2049	20	1,0109354	25.206.678	44.264.740	56.228.079	55.769.653
2050	21	1,0108171	25.479.342	44.743.557	56.836.304	56.372.919
2051	22	1,0107014	25.752.005	45.222.374	57.444.529	56.976.186
2052	23	1,0105880	26.024.669	45.701.190	58.052.755	57.579.452
2053	24	1,0104771	26.297.332	46.180.007	58.660.980	58.182.719
2054	25	1,0103685	26.569.996	46.658.824	59.269.206	58.785.985
2055	26	1,0102621	26.842.659	47.137.640	59.877.431	59.389.252
2056	27	1,0101578	27.115.322	47.616.457	60.485.656	59.992.519
2057	28	1,0100557	27.387.986	48.095.274	61.093.882	60.595.785
2058	29	1,0099556	27.660.649	48.574.090	61.702.107	61.199.052
2059	30	1,0098574	27.933.313	49.052.907	62.310.333	61.802.318
Valores promedio:	1,01161743	23.979.693	42.110.066	53.491.064	53.054.953	



Año		Diferencia anual E2-E1	Diferencia anual E3-E1	Diferencia anual E4-E1
		Transporte público (viajes)	Transporte público (viajes)	Transporte público (viajes)
2030	0	14.934.998	24.310.161	23.950.912
2031	1	15.141.152	24.645.723	24.281.515
2032	2	15.347.305	24.981.285	24.612.119
2033	3	15.553.458	25.316.847	24.942.722
2034	4	15.759.611	25.652.409	25.273.325
2035	5	15.965.764	25.987.971	25.603.928
2036	6	16.171.918	26.323.533	25.934.531
2037	7	16.378.071	26.659.095	26.265.134
2038	8	16.584.224	26.994.657	26.595.737
2039	9	16.790.377	27.330.219	26.926.340
2040	10	16.996.530	27.665.781	27.256.943
2041	11	17.202.684	28.001.343	27.587.546
2042	12	17.408.837	28.336.905	27.918.150
2043	13	17.614.990	28.672.467	28.248.753
2044	14	17.821.143	29.008.029	28.579.356
2045	15	18.027.296	29.343.591	28.909.959
2046	16	18.233.449	29.679.153	29.240.562
2047	17	18.439.603	30.014.715	29.571.165
2048	18	18.645.756	30.350.276	29.901.768
2049	19	18.851.909	30.685.838	30.232.371
2050	20	19.058.062	31.021.400	30.562.974
2051	21	19.264.215	31.356.962	30.893.577
2052	22	19.470.369	31.692.524	31.224.181
2053	23	19.676.522	32.028.086	31.554.784
2054	24	19.882.675	32.363.648	31.885.387
2055	25	20.088.828	32.699.210	32.215.990
2056	26	20.294.981	33.034.772	32.546.593
2057	27	20.501.134	33.370.334	32.877.196
2058	28	20.707.288	33.705.896	33.207.799
2059	29	20.913.441	34.041.458	33.538.402
2060	30	21.119.594	34.377.020	33.869.005
Valores promedio:		18.027.296	29.343.591	28.909.959



APÉNDICE 3. ANÁLISIS ECONÓMICO



ESCENARIO 2

Tasa actualización **3,00%**

Año	Factor de crecimiento	Inversión	Costes	Usuarios			Propietarios	Contribuyentes	Externalidades							VAN ECONÓMICO		
		Escenario 2	Escenario 2	Ahorro tiempo	Ahorro monetario	Excedente	Excedente	Excedente	Accidentes	Cont. Aire	C. climático	Ruido	Congestión	Well-to-tank	Paisaje	Excedente	Escenario 2	
2029	0	1,00000	-266.569.158	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266.569.158,00 €
2030	1	1,01380	0	20.158.053	58.478.774	32.522.325	91.001.099	18.396.499	2.044.055	8.992.156	1.367.374	-18.395.231	1.595.450	17.305.220			10.864.968	99.173.367,42 €
2031	2	1,01362	0	20.158.053	59.274.988	32.965.130	92.240.118	18.646.975	2.071.886	9.114.588	1.385.991	-18.645.690	1.617.172	17.540.837	0	0	11.012.899	97.854.486,59 €
2032	3	1,01343	0	20.158.053	60.071.201	33.407.935	93.479.136	18.897.452	2.099.717	9.237.020	1.404.608	-18.896.149	1.638.895	17.776.455	0	0	11.160.830	96.528.301,40 €
2033	4	1,01325	0	20.158.053	60.867.414	33.850.740	94.718.154	19.147.928	2.127.548	9.359.452	1.423.226	-19.146.608	1.660.618	18.012.073	0	0	11.308.761	95.196.356,20 €
2034	5	1,01308	0	20.158.053	61.663.627	34.293.546	95.957.173	19.398.404	2.155.378	9.481.884	1.441.843	-19.397.067	1.682.341	18.247.691	0	0	11.456.692	93.860.111,58 €
2035	6	1,01291	0	20.158.053	62.459.841	34.736.351	97.196.191	19.648.880	2.183.209	9.604.316	1.460.460	-19.647.525	1.704.063	18.483.309	0	0	11.604.623	92.520.947,93 €
2036	7	1,01275	0	20.158.053	63.256.054	35.179.156	98.435.210	19.899.356	2.211.040	9.726.748	1.479.078	-19.897.984	1.725.786	18.718.927	0	0	11.752.554	91.180.168,87 €
2037	8	1,01259	0	20.158.053	64.052.267	35.621.961	99.674.228	20.149.832	2.238.870	9.849.180	1.497.695	-20.148.443	1.747.509	18.954.545	0	0	11.900.485	89.839.004,56 €
2038	9	1,01243	0	20.158.053	64.848.480	36.064.766	100.913.247	20.400.308	2.266.701	9.971.612	1.516.313	-20.398.902	1.769.231	19.190.163	0	0	12.048.417	88.498.614,88 €
2039	10	1,01228	0	20.158.053	65.644.694	36.507.572	102.152.265	20.650.784	2.294.532	10.094.044	1.534.930	-20.649.361	1.790.954	19.425.781	0	0	12.196.348	87.160.092,46 €
2040	11	1,01213	0	20.158.053	66.440.907	36.950.377	103.391.284	20.901.260	2.322.362	10.216.476	1.553.547	-20.899.820	1.812.677	19.661.398	0	0	12.344.279	85.824.465,63 €
2041	12	1,01198	0	20.158.053	67.237.120	37.393.182	104.630.302	21.151.737	2.350.193	10.338.908	1.572.165	-21.150.279	1.834.400	19.897.016	0	0	12.492.210	84.492.701,23 €
2042	13	1,01184	0	20.158.053	68.033.333	37.835.987	105.869.321	21.402.213	2.378.024	10.461.340	1.590.782	-21.400.737	1.856.122	20.132.634	0	0	12.640.141	83.165.707,34 €
2043	14	1,01170	0	20.158.053	68.829.547	38.278.792	107.108.339	21.652.689	2.405.854	10.583.772	1.609.399	-21.651.196	1.877.845	20.368.252	0	0	12.788.072	81.844.335,83 €
2044	15	1,01157	0	20.158.053	69.625.760	38.721.598	108.347.358	21.903.165	2.433.685	10.706.204	1.628.017	-21.901.655	1.899.568	20.603.870	0	0	12.936.003	80.529.384,92 €
2045	16	1,01144	0	20.158.053	70.421.973	39.164.403	109.586.376	22.153.641	2.461.516	10.828.636	1.646.634	-22.152.114	1.921.290	20.839.488	0	0	13.083.934	79.221.601,58 €
2046	17	1,01131	0	20.158.053	71.218.186	39.607.208	110.825.394	22.404.117	2.489.346	10.951.068	1.665.251	-22.402.573	1.943.013	21.075.106	0	0	13.231.866	77.921.683,79 €
2047	18	1,01118	0	20.158.053	72.014.400	40.050.013	112.064.413	22.654.593	2.517.177	11.073.500	1.683.869	-22.653.032	1.964.736	21.310.724	0	0	13.379.797	76.630.282,80 €
2048	19	1,01106	0	20.158.053	72.810.613	40.492.818	113.303.431	22.905.069	2.545.008	11.195.932	1.702.486	-22.903.490	1.986.459	21.546.341	0	0	13.527.728	75.348.005,27 €
2049	20	1,01094	0	20.158.053	73.606.826	40.935.624	114.542.450	23.155.546	2.572.838	11.318.364	1.721.104	-23.153.949	2.008.181	21.781.959	0	0	13.675.659	74.075.415,25 €
2050	21	1,01082	0	20.158.053	74.403.039	41.378.429	115.781.468	23.406.022	2.600.669	11.440.796	1.739.721	-23.404.408	2.029.904	22.017.577	0	0	13.823.590	72.813.036,25 €
2051	22	1,01070	0	20.158.053	75.199.253	41.821.234	117.020.487	23.656.498	2.628.500	11.563.228	1.758.338	-23.654.867	2.051.627	22.253.195	0	0	13.971.521	71.561.353,02 €
2052	23	1,01059	0	20.158.053	75.995.466	42.264.039	118.259.505	23.906.974	2.656.330	11.685.660	1.776.956	-23.905.326	2.073.349	22.488.813	0	0	14.119.452	70.320.813,44 €
2053	24	1,01048	0	20.158.053	76.791.679	42.706.844	119.498.524	24.157.450	2.684.161	11.808.092	1.795.573	-24.155.785	2.095.072	22.724.431	0	0	14.267.384	69.091.830,20 €
2054	25	1,01037	0	20.158.053	77.587.892	43.149.650	120.737.542	24.407.926	2.711.992	11.930.524	1.814.190	-24.406.244	2.116.795	22.960.049	0	0	14.415.315	67.874.782,52 €
2055	26	1,01026	0	20.158.053	78.384.106	43.592.455	121.976.561	24.658.402	2.739.822	12.052.956	1.832.808	-24.656.702	2.138.518	23.195.667	0	0	14.563.246	66.670.017,71 €
2056	27	1,01016	0	20.158.053	79.180.319	44.035.260	123.215.579	24.908.878	2.767.653	12.175.388	1.851.425	-24.907.161	2.160.240	23.431.285	0	0	14.711.177	65.477.852,73 €
2057	28	1,01006	0	20.158.053	79.976.532	44.478.065	124.454.597	25.159.354	2.795.484	12.297.820	1.870.043	-25.157.620	2.181.963	23.666.902	0	0	14.859.108	64.298.575,66 €
2058	29	1,00996	0	20.158.053	80.772.745	44.920.871	125.693.616	25.409.831	2.823.315	12.420.252	1.888.660	-25.408.079	2.203.686	23.902.520	0	0	15.007.039	63.132.447,10 €
2059	30	1,00986	0	20.158.053	81.568.959	45.363.676	126.932.634	25.660.307	2.851.145	12.542.684	1.907.277	-25.658.538	2.225.409	24.138.138	0	0	15.154.970	61.979.701,54 €
Valores totales:			266.569.158 €	604.741.590 €	2.100.715.995 €	1.168.290.006 €	3.269.006.002 €	660.852.090 €	73.428.010 €	323.022.601 €	49.119.763 €	-660.806.535 €	57.312.872 €	621.650.367 €	€	€	390.299.067 €	2.137.516.287,67 €

TIR: **39.88%**



ESCENARIO 3

Tasa actualiación **3,00%**

Año	Factor de crecimiento	Inversión	Costes	Usuarios			Propietarios	Contribuyentes	Externalidades							VAN ECONÓMICO		
		Escenario 3	Escenario 3	Ahorro tiempo	Ahorro monetario	Excedente	Excedente	Excedente	Accidentes	Cont. Aire	C. climático	Ruido	Congestión	Well-to-tank	Paisaje	Excedente	Escenario 2	
2029	0	1	-892.856.803	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	892.856.802,83 €
2030	1	1,0138034	0	-107.167.218	43.614.995	12.709.311	56.324.306	29.944.554	3.327.173	11.302.221	924.625	2.592.701	853.776	14.934.898			30.608.221	12.657.316,11 €
2031	2	1,0136154	0	-107.167.218	44.208.832	12.882.354	57.091.185	30.352.262	3.372.474	11.456.105	937.214	2.628.002	865.401	15.138.243	0	0	31.024.965	13.831.338,82 €
2032	3	1,0134325	0	-107.167.218	44.802.668	13.055.396	57.858.065	30.759.969	3.417.774	11.609.990	949.804	2.663.302	877.025	15.341.588	0	0	31.441.709	14.926.234,18 €
2033	4	1,0132545	0	-107.167.218	45.396.505	13.228.439	58.624.944	31.167.677	3.463.075	11.763.874	962.393	2.698.603	888.650	15.544.933	0	0	31.858.452	15.945.615,61 €
2034	5	1,0130811	0	-107.167.218	45.990.342	13.401.481	59.391.823	31.575.385	3.508.376	11.917.759	974.982	2.733.904	900.274	15.748.278	0	0	32.275.196	16.892.953,13 €
2035	6	1,0129122	0	-107.167.218	46.584.178	13.574.524	60.158.702	31.983.093	3.553.677	12.071.643	987.571	2.769.204	911.899	15.951.623	0	0	32.691.940	17.771.578,70 €
2036	7	1,0127476	0	-107.167.218	47.178.015	13.747.567	60.925.581	32.390.800	3.598.978	12.225.528	1.000.160	2.804.505	923.524	16.154.968	0	0	33.108.684	18.584.691,29 €
2037	8	1,0125871	0	-107.167.218	47.771.851	13.920.609	61.692.461	32.798.508	3.644.279	12.379.412	1.012.749	2.839.806	935.148	16.358.312	0	0	33.525.428	19.335.361,82 €
2038	9	1,0124307	0	-107.167.218	48.365.688	14.093.652	62.459.340	33.206.216	3.689.580	12.533.297	1.025.339	2.875.107	946.773	16.561.657	0	0	33.942.172	20.026.537,90 €
2039	10	1,0122781	0	-107.167.218	48.959.525	14.266.695	63.226.219	33.613.924	3.734.880	12.687.181	1.037.928	2.910.407	958.397	16.765.002	0	0	34.358.916	20.661.048,40 €
2040	11	1,0121291	0	-107.167.218	49.553.361	14.439.737	63.993.098	34.021.632	3.780.181	12.841.066	1.050.517	2.945.708	970.022	16.968.347	0	0	34.775.660	21.241.607,89 €
2041	12	1,0119838	0	-107.167.218	50.147.198	14.612.780	64.759.978	34.429.339	3.825.482	12.994.950	1.063.106	2.981.009	981.646	17.171.692	0	0	35.192.403	21.770.820,87 €
2042	13	1,0118419	0	-107.167.218	50.741.034	14.785.823	65.526.857	34.837.047	3.870.783	13.148.835	1.075.695	3.016.309	993.271	17.375.037	0	0	35.609.147	22.251.185,87 €
2043	14	1,0117033	0	-107.167.218	51.334.871	14.958.865	66.293.736	35.244.755	3.916.084	13.302.719	1.088.284	3.051.610	1.004.895	17.578.382	0	0	36.025.891	22.685.099,47 €
2044	15	1,0115679	0	-107.167.218	51.928.708	15.131.908	67.060.615	35.652.463	3.961.385	13.456.604	1.100.874	3.086.911	1.016.520	17.781.727	0	0	36.442.635	23.074.860,06 €
2045	16	1,0114356	0	-107.167.218	52.522.544	15.304.951	67.827.495	36.060.170	4.006.686	13.610.488	1.113.463	3.122.212	1.028.144	17.985.072	0	0	36.859.379	23.422.671,56 €
2046	17	1,0113063	0	-107.167.218	53.116.381	15.477.993	68.594.374	36.467.878	4.051.986	13.764.373	1.126.052	3.157.512	1.039.769	18.188.417	0	0	37.276.123	23.730.646,95 €
2047	18	1,0111799	0	-107.167.218	53.710.217	15.651.036	69.361.253	36.875.586	4.097.287	13.918.257	1.138.641	3.192.813	1.051.393	18.391.762	0	0	37.692.867	24.000.811,73 €
2048	19	1,0110563	0	-107.167.218	54.304.054	15.824.079	70.128.132	37.283.294	4.142.588	14.072.142	1.151.230	3.228.114	1.063.018	18.595.107	0	0	38.109.611	24.235.107,18 €
2049	20	1,0109354	0	-107.167.218	54.897.891	15.997.121	70.895.012	37.691.001	4.187.889	14.226.026	1.163.819	3.263.414	1.074.642	18.798.452	0	0	38.526.354	24.435.393,59 €
2050	21	1,0108171	0	-107.167.218	55.491.727	16.170.164	71.661.891	38.098.709	4.233.190	14.379.911	1.176.409	3.298.715	1.086.267	19.001.797	0	0	38.943.098	24.603.453,31 €
2051	22	1,0107014	0	-107.167.218	56.085.564	16.343.206	72.428.770	38.506.417	4.278.491	14.533.795	1.188.998	3.334.016	1.097.891	19.205.142	0	0	39.359.842	24.740.993,71 €
2052	23	1,0105880	0	-107.167.218	56.679.400	16.516.249	73.195.649	38.914.125	4.323.792	14.687.680	1.201.587	3.369.317	1.109.516	19.408.487	0	0	39.776.586	24.849.650,05 €
2053	24	1,0104771	0	-107.167.218	57.273.237	16.689.292	73.962.529	39.321.832	4.369.092	14.841.564	1.214.176	3.404.617	1.121.140	19.611.832	0	0	40.193.330	24.930.988,20 €
2054	25	1,0103685	0	-107.167.218	57.867.074	16.862.334	74.729.408	39.729.540	4.414.393	14.995.449	1.226.765	3.439.918	1.132.765	19.815.177	0	0	40.610.074	24.986.507,36 €
2055	26	1,0102621	0	-107.167.218	58.460.910	17.035.377	75.496.287	40.137.248	4.459.694	15.149.333	1.239.354	3.475.219	1.144.390	20.018.522	0	0	41.026.818	25.017.642,52 €
2056	27	1,0101578	0	-107.167.218	59.054.747	17.208.420	76.263.166	40.544.956	4.504.995	15.303.218	1.251.943	3.510.520	1.156.014	20.221.867	0	0	41.443.562	25.025.767,02 €
2057	28	1,0100557	0	-107.167.218	59.648.583	17.381.462	77.030.046	40.952.664	4.550.296	15.457.102	1.264.533	3.545.820	1.167.639	20.425.211	0	0	41.860.305	25.012.194,88 €
2058	29	1,0099556	0	-107.167.218	60.242.420	17.554.505	77.796.925	41.360.371	4.595.597	15.610.987	1.277.122	3.581.121	1.179.263	20.628.556	0	0	42.277.049	24.978.183,08 €
2059	30	1,0098574	0	-107.167.218	60.836.257	17.727.548	78.563.804	41.768.079	4.640.898	15.764.872	1.289.711	3.616.422	1.190.888	20.831.901	0	0	42.693.793	24.924.933,80 €
Valores totales:			892.856.803 €	3.215.016.533 €	1.566.768.776 €	456.552.878 €	2.023.321.654 €	1.075.689.494 €	119.521.055 €	406.006.382 €	33.215.043 €	93.136.837 €	30.669.960 €	536.501.988 €	€	€	1.099.530.211 €	242.305.607,77 €

TIRe: **1,15%**



ESCENARIO 4

Tasa actualización **3,00%**

Año	Factor de crecimiento	Inversión	Costes	Usuarios			Propietarios	Contribuyentes	Externalidades							VAN ECONÓMICO			
		Escenario 3	Escenario 3	Ahorro tiempo	Ahorro monetario	Excedente	Excedente	Excedente	Accidentes	Cont. Aire	C. climático	Ruido	Congestión	Well-to-tank	Paisaje	Excedente	Escenario 2		
2029	0	1	525.109.358	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	525.109.358,00 €		
2030	1	1,0138034	0	-35.625.883	91.388.998	54.668.780	146.057.778	29.502.041	3.278.005	23.079.461	2.512.675	5.730.957	2.661.716	28.582.158			62.566.967	199.785.346,99 €	
2031	2	1,0136154	0	-35.625.883	92.633.298	55.413.118	148.046.416	29.903.724	3.322.636	23.393.698	2.546.886	5.808.987	2.697.956	28.971.316	0	0	63.418.843	197.064.507,23 €	
2032	3	1,0134325	0	-35.625.883	93.877.597	56.157.457	150.035.054	30.305.407	3.367.267	23.707.934	2.581.097	5.887.016	2.734.197	29.360.474	0	0	64.270.718	194.332.677,83 €	
2033	4	1,0132545	0	-35.625.883	95.121.897	56.901.796	152.023.693	30.707.090	3.411.899	24.022.171	2.615.308	5.965.045	2.770.437	29.749.633	0	0	65.122.594	191.592.807,15 €	
2034	5	1,0130811	0	-35.625.883	96.366.197	57.646.134	154.012.331	31.108.772	3.456.530	24.336.407	2.649.519	6.043.075	2.806.678	30.138.791	0	0	65.974.470	188.847.681,11 €	
2035	6	1,0129122	0	-35.625.883	97.610.497	58.390.473	156.000.970	31.510.455	3.501.162	24.650.644	2.683.730	6.121.104	2.842.918	30.527.949	0	0	66.826.346	186.099.930,19 €	
2036	7	1,0127476	0	-35.625.883	98.854.797	59.134.811	157.989.608	31.912.138	3.545.793	24.964.881	2.717.941	6.199.134	2.879.158	30.917.107	0	0	67.678.221	183.352.036,09 €	
2037	8	1,0125871	0	-35.625.883	100.099.097	59.879.150	159.978.247	32.313.821	3.590.425	25.279.117	2.752.153	6.277.163	2.915.399	31.306.265	0	0	68.530.097	180.606.338,15 €	
2038	9	1,0124307	0	-35.625.883	101.343.397	60.623.488	161.966.885	32.715.503	3.635.056	25.593.354	2.786.364	6.355.192	2.951.639	31.695.424	0	0	69.381.973	177.865.039,60 €	
2039	10	1,0122781	0	-35.625.883	102.587.696	61.367.827	163.955.523	33.117.186	3.679.687	25.907.591	2.820.575	6.433.222	2.987.879	32.084.582	0	0	70.233.848	175.130.213,42 €	
2040	11	1,0121291	0	-35.625.883	103.831.996	62.112.165	165.944.162	33.518.869	3.724.319	26.221.827	2.854.786	6.511.251	3.024.120	32.473.740	0	0	71.085.724	172.403.808,14 €	
2041	12	1,0119838	0	-35.625.883	105.076.296	62.856.504	167.932.800	33.920.552	3.768.950	26.536.064	2.888.997	6.589.281	3.060.360	32.862.898	0	0	71.937.600	169.687.653,25 €	
2042	13	1,0118419	0	-35.625.883	106.320.596	63.600.843	169.921.439	34.322.234	3.813.582	26.850.300	2.923.208	6.667.310	3.096.601	33.252.056	0	0	72.789.476	166.983.464,58 €	
2043	14	1,0117033	0	-35.625.883	107.564.896	64.345.181	171.910.077	34.723.917	3.858.213	27.164.537	2.957.419	6.745.339	3.132.841	33.641.214	0	0	73.641.351	164.292.849,25 €	
2044	15	1,0115679	0	-35.625.883	108.809.196	65.089.520	173.898.716	35.125.600	3.902.844	27.478.774	2.991.631	6.823.369	3.169.081	34.030.373	0	0	74.493.227	161.617.310,66 €	
2045	16	1,0114356	0	-35.625.883	110.053.496	65.833.858	175.887.354	35.527.283	3.947.476	27.793.010	3.025.842	6.901.398	3.205.322	34.419.531	0	0	75.345.103	158.958.253,10 €	
2046	17	1,0113063	0	-35.625.883	111.297.795	66.578.197	177.875.992	35.928.966	3.992.107	28.107.247	3.060.053	6.979.428	3.241.562	34.808.689	0	0	76.196.978	156.316.986,26 €	
2047	18	1,0111799	0	-35.625.883	112.542.095	67.322.535	179.864.631	36.330.648	4.036.739	28.421.484	3.094.264	7.057.457	3.277.803	35.197.847	0	0	77.048.854	153.694.729,57 €	
2048	19	1,0110563	0	-35.625.883	113.786.395	68.066.874	181.853.269	36.732.331	4.081.370	28.735.720	3.128.475	7.135.486	3.314.043	35.587.005	0	0	77.900.730	151.092.616,31 €	
2049	20	1,0109354	0	-35.625.883	115.030.695	68.811.213	183.841.908	37.134.014	4.126.002	29.049.957	3.162.686	7.213.516	3.350.283	35.976.163	0	0	78.752.606	148.511.697,65 €	
2050	21	1,0108171	0	-35.625.883	116.274.995	69.555.551	185.830.546	37.535.697	4.170.633	29.364.193	3.196.897	7.291.545	3.386.524	36.365.322	0	0	79.604.481	145.952.946,41 €	
2051	22	1,0107014	0	-35.625.883	117.519.295	70.299.890	187.819.184	37.937.379	4.215.264	29.678.430	3.231.108	7.369.575	3.422.764	36.754.480	0	0	80.456.357	143.417.260,77 €	
2052	23	1,0105880	0	-35.625.883	118.763.595	71.044.228	189.807.823	38.339.062	4.259.896	29.992.667	3.265.320	7.447.604	3.459.005	37.143.638	0	0	81.308.233	140.905.467,80 €	
2053	24	1,0104771	0	-35.625.883	120.007.894	71.788.567	191.796.461	38.740.745	4.304.527	30.306.903	3.299.531	7.525.633	3.495.245	37.532.796	0	0	82.160.108	138.418.326,78 €	
2054	25	1,0103685	0	-35.625.883	121.252.194	72.532.905	193.785.100	39.142.428	4.349.159	30.621.140	3.333.742	7.603.663	3.531.485	37.921.954	0	0	83.011.984	135.956.532,55 €	
2055	26	1,0102621	0	-35.625.883	122.496.494	73.277.244	195.773.738	39.544.110	4.393.790	30.935.377	3.367.953	7.681.692	3.567.726	38.311.112	0	0	83.863.860	133.520.718,51 €	
2056	27	1,0101578	0	-35.625.883	123.740.794	74.021.582	197.762.377	39.945.793	4.438.421	31.249.613	3.402.164	7.759.722	3.603.966	38.700.271	0	0	84.715.736	131.111.459,68 €	
2057	28	1,0100557	0	-35.625.883	124.985.094	74.765.921	199.751.015	40.347.476	4.483.053	31.563.850	3.436.375	7.837.751	3.640.206	39.089.429	0	0	85.567.611	128.729.275,56 €	
2058	29	1,0099556	0	-35.625.883	126.229.394	75.510.260	201.739.653	40.749.159	4.527.684	31.878.086	3.470.586	7.915.780	3.676.447	39.478.587	0	0	86.419.487	126.374.632,82 €	
2059	30	1,0098574	0	-35.625.883	127.473.694	76.254.598	203.728.292	41.150.842	4.572.316	32.192.323	3.504.797	7.993.810	3.712.687	39.867.745	0	0	87.271.363	124.047.948,03 €	
Valores totales:				- 525.109.358 €	-1.068.776.490 €	3.282.940.371 €	1.963.850.670 €	5.246.791.041 €	1.059.793.242 €	117.754.805 €	829.076.760 €	90.262.082 €	205.871.506 €	95.616.048 €	1.026.748.550 €	€	€	2.247.574.946 €	4.301.561.157,44 €

TIR: **40,72%**



Año		B/C económico					
		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
		Beneficios	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios	Costes
2029	0		266.569.158,00 €		892.856.802,83 €		525.109.358,00 €
2030	1	118.744.292,66 €	19.570.925,24 €	116.703.158,62 €	104.045.842,50 €	234.373.582,91 €	34.588.235,92 €
2031	2	116.855.384,88 €	19.000.898,29 €	114.846.719,89 €	101.015.381,07 €	230.645.318,81 €	33.580.811,58 €
2032	3	114.975.775,47 €	18.447.474,07 €	112.999.419,69 €	98.073.185,50 €	226.935.407,52 €	32.602.729,68 €
2033	4	113.106.525,20 €	17.910.169,00 €	111.162.300,57 €	95.216.684,96 €	223.245.942,76 €	31.653.135,62 €
2034	5	111.248.625,18 €	17.388.513,59 €	109.336.336,59 €	92.443.383,45 €	219.578.880,74 €	30.731.199,63 €
2035	6	109.402.999,96 €	16.882.052,03 €	107.522.436,42 €	89.750.857,72 €	215.936.046,33 €	29.836.116,14 €
2036	7	107.570.510,64 €	16.390.341,78 €	105.721.446,35 €	87.136.755,07 €	212.319.139,14 €	28.967.103,05 €
2037	8	105.751.957,74 €	15.912.953,18 €	103.934.153,14 €	84.598.791,33 €	208.729.739,18 €	28.123.401,02 €
2038	9	103.948.083,99 €	15.449.469,11 €	102.161.286,76 €	82.134.748,86 €	205.169.312,44 €	27.304.272,84 €
2039	10	102.159.577,03 €	14.999.484,57 €	100.403.523,03 €	79.742.474,62 €	201.639.216,18 €	26.509.002,75 €
2040	11	100.387.072,01 €	14.562.606,38 €	98.661.486,17 €	77.419.878,28 €	198.140.704,01 €	25.736.895,88 €
2041	12	98.631.154,03 €	14.138.452,80 €	96.935.751,23 €	75.164.930,37 €	194.674.930,80 €	24.987.277,55 €
2042	13	96.892.360,54 €	13.726.653,20 €	95.226.846,42 €	72.975.660,55 €	191.242.957,34 €	24.259.492,77 €
2043	14	95.171.183,60 €	13.326.847,77 €	93.535.255,35 €	70.850.155,87 €	187.845.754,85 €	23.552.905,60 €
2044	15	93.468.072,08 €	12.938.687,15 €	91.861.419,16 €	68.786.559,10 €	184.484.209,30 €	22.866.898,64 €
2045	16	91.783.433,77 €	12.561.832,19 €	90.205.738,65 €	66.783.067,09 €	181.159.125,57 €	22.200.872,47 €
2046	17	90.117.637,37 €	12.195.953,58 €	88.568.576,16 €	64.837.929,21 €	177.871.231,37 €	21.554.245,11 €
2047	18	88.471.014,44 €	11.840.731,63 €	86.950.257,56 €	62.949.445,84 €	174.621.181,13 €	20.926.451,57 €
2048	19	86.843.861,22 €	11.495.855,95 €	85.351.074,01 €	61.115.966,83 €	171.409.559,58 €	20.316.943,27 €
2049	20	85.236.440,45 €	11.161.025,20 €	83.771.283,71 €	59.335.890,13 €	168.236.885,29 €	19.725.187,64 €
2050	21	83.648.983,04 €	10.835.946,79 €	82.211.113,63 €	57.607.660,32 €	165.103.614,02 €	19.150.667,61 €
2051	22	82.081.689,71 €	10.520.336,69 €	80.670.761,01 €	55.929.767,30 €	162.010.141,95 €	18.592.881,18 €
2052	23	80.534.732,56 €	10.213.919,12 €	79.150.395,00 €	54.300.744,95 €	158.956.808,74 €	18.051.340,95 €
2053	24	79.008.256,53 €	9.916.426,33 €	77.650.158,06 €	52.719.169,85 €	155.943.900,52 €	17.525.573,73 €
2054	25	77.502.380,89 €	9.627.598,38 €	76.170.167,41 €	51.183.660,05 €	152.971.652,68 €	17.015.120,13 €
2055	26	76.017.200,60 €	9.347.182,89 €	74.710.516,36 €	49.692.873,84 €	150.040.252,61 €	16.519.534,11 €
2056	27	74.552.787,58 €	9.074.934,85 €	73.271.275,60 €	48.245.508,58 €	147.149.842,31 €	16.038.382,63 €
2057	28	73.109.192,01 €	8.810.616,36 €	71.852.494,47 €	46.840.299,59 €	144.300.520,83 €	15.571.245,27 €
2058	29	71.686.443,56 €	8.553.996,46 €	70.454.202,10 €	45.476.019,02 €	141.492.346,68 €	15.117.713,85 €
2059	30	70.284.552,47 €	8.304.850,93 €	69.076.408,57 €	44.151.474,78 €	138.725.340,12 €	14.677.392,09 €
Valores totales:		2.799.192.181,22 €	2.799.192.181,22 €	661.675.893,55 €	2.751.075.961,69 €	2.993.381.569,46 €	5.524.953.545,70 €
B/C:		4,23		0,92		4,52	



APÉNDICE 4. CÁLCULO DE EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO Y CONSUMO ENERGÉTICO



ESCENARIO 1

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	4.256.576
Gasolina	3.465.736
Eléctrico	238.834
Total	7.961.146

	FC (gr fuel)	EC (MJ)	kg CO2
Diesel	234.111.678,01	10.002.953,51	741.899,91
Gasolina	228.738.559,27	10.015.976,31	724.872,49
Total	462.850.237,27	20.018.929,82	1.466.772,40

	gr CO2 eq (total km)	kg CO2 eq	EC (MJ/día)
Ligeros eléctrico	13.852.394,20	13.852,39	128.970,57

AUTOBUSES:

Carburante	pass-km
Diesel	520.507,48
Gasolina	264,39
Eléctrico	100.928,73
Total	621.700,61

	FE	gr CO2/día	kg CO2/día	EC (MJ/día)
Diesel	68	35.394.508,94	35.395	374.765
Gasolina	68	17.978,71	18	190
Eléctrico	30	3.027.861,95	3.028	43.601
Total		38.440.349,60	38.440	418.557

ESCENARIO 2

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.861.224,47
Gasolina	3.143.837,62
Eléctrico	577.737,08
Total	7.221.713,49

	FC (gr fuel)	EC (MJ)	kg CO2
Diesel	212.367.345,66	9.073.877,50	672.992,12
Gasolina	207.493.283,10	9.085.690,73	657.546,21
Total	419.860.628,75	18.159.568,23	1.330.538,33

	gr CO2 eq (total km)	kg CO2 eq	EC (MJ/día)
Ligeros eléctrico	33.508.750,61	33.508,75	311.978,02

AUTOBUSES:

Carburante	pass-km
Diesel	907.425,47
Gasolina	452,69
Eléctrico	156.594,73
Total	1.064.472,89

	FE	gr CO2/día	kg CO2/día	EC (MJ/día)
Diesel	68	61.704.932,08	61.705	653.346
Gasolina	68	30.783,06	31	326
Eléctrico	30	4.697.841,82	4.698	67.649
Total		66.433.556,95	66.434	721.321

SERVICIO MARÍTIMO:

Carburante	pass-km
Diesel	0,00
Gasolina	278,87
Eléctrico	0,00
Total	278,87

	FE	gr CO2/día	kg CO2/día	EC (MJ/día)
Diesel	18	0,00	0	0
Gasolina	18	5.019,57	5	250
Eléctrico	18	0,00	0	0
Total		5.019,57	5	250



ESCENARIO 3

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.914.928
Gasolina	3.187.563
Eléctrico	585.772
Total	7.322.156

	FC (gr fuel)	EC (MJ)	kg CO2
Diesel	215.321.042,74	9.200.080,92	682.352,38
Gasolina	210.379.189,60	9.212.058,45	666.691,65
Total	425.700.232,34	18.412.139,37	1.349.044,04
	gr CO2 eq (total km)	kg CO2 eq	EC (MJ/dia)
Ligeros eléctrico	33.974.804,84	33.974,80	316.317,15

AUTOBUSES:

Carburante	pass-km
Diesel	988.417,64
Gasolina	496,63
Eléctrico	178.871,53
Total	1.167.785,79

	FE	gr CO2/dia	kg CO2/dia	EC (MJ/dia)
Diesel	68	67.212.399,28	67.212	711.661
Gasolina	68	33.770,72	34	358
Eléctrico	30	5.366.145,76	5.366	77.272
Total		72.612.315,76	72.612	789.291

SERVICIO FERROVIARIO:

Carburante	pass-km
Diesel	0,00
Gasolina	0,00
Eléctrico	4.558,38
Total	4.558,38

	FE	gr CO2/dia	kg CO2/dia	EC (MJ/dia)
Diesel	40	0,00	0	0
Gasolina	40	0,00	0	0
Eléctrico	40	182.335,04	182	985
Total		182.335,04	182	985

ESCENARIO 4

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.417.941
Gasolina	2.782.913
Eléctrico	1.078.409
Total	6.740.058

	FC (gr fuel)	EC (MJ)	kg CO2
Diesel	187.986.743,52	8.032.160,86	595.729,99
Gasolina	183.672.242,41	8.042.617,89	582.057,34
Total	371.658.985,93	16.074.778,75	1.177.787,33
	gr CO2 eq (total km)	kg CO2 eq	EC (MJ/dia)
Ligeros eléctrico	62.547.740,21	62.547,74	582.341,03

AUTOBUSES:

Carburante	pass-km
Diesel	459.768,14
Gasolina	648,77
Eléctrico	855.059,97
Total	1.315.476,87

	FE	gr CO2/dia	kg CO2/dia	EC (MJ/dia)
Diesel	68	31.264.233,28	31.264	331.033
Gasolina	68	44.116,32	44	467
Eléctrico	30	25.651.799,04	25.652	369.386
Total		31.308.349,60	31.308	700.886



RESUMEN (Tn/año)

	FC (g/km)	EC (MJ/km)	EJ (TJ/AÑO)	kg CO2/ kg of fuel	tn CO2 /año
Escenario 1	462.850.237,27	20.566.457	5.861,44	1.522.093,01	433.796,51
Vehículos ligeros	462.850.237,27	20.018.930	5.705,39	1.466.772,40	418.030,13
Autobuses		374.956	106,86	38.440,35	10.955,50
Ligeros eléctricos		128.971	36,76	13.852,39	3.947,93
Autobuses eléctricos		43.601	12,43	3.027,86	862,94
Escenario 2	419.860.628,75	19.192.867	5.469,97	1.435.183,50	409.027,30
Vehículos ligeros	419.860.628,75	18.159.568	5.175,48	1.330.538,33	379.203,42
Autobuses		653.672	186,30	66.433,56	18.933,56
Ligeros eléctricos		311.978	88,91	33.508,75	9.549,99
Autobuses eléctricos		67.649	19,28	4.697,84	1.338,88
Servicio marítimo		250	0,07	5,02	1,43
Escenario 3	425.700.232,34	19.517.747	5.562,56	1.461.179,64	416.436,20
Vehículos ligeros	425.700.232,34	18.412.139	5.247,46	1.349.044,04	384.477,55
Autobuses		712.018	202,93	72.612,32	20.694,51
Ligeros eléctricos		316.317	90,15	33.974,80	9.682,82
Autobuses eléctricos		77.272	22,02	5.366,15	1.529,35
Servicio ferroviario		985	0,28	182,34	51,97
Escenario 4	371.658.985,93	17.358.006	4.947,03	1.297.295,22	369.729,14
Vehículos ligeros	371.658.985,93	16.074.779	4.581,31	1.177.787,33	335.669,39
Autobuses		331.500	94,48	31.308,35	8.922,88
Ligeros eléctricos		582.341	165,97	62.547,74	17.826,11
Autobuses eléctricos		369.386	105,27	25.651,80	7.310,76



APÉNDICE 5. CÁLCULO DE EMISIONES PARA LA CALIDAD DEL AIRE



ESCENARIO 1:

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	4.256.576
Gasolina	3.465.736
Eléctrico	238.834
Total	7.961.146

	CO	NM VOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	208.572,22	34.052,61	1.915.459,18	6.384,86
Emisiones Gasolina (g/día)	2.148.756,16	225.272,82	211.409,88	4.852,03
Total (g/día)	2.357.328,39	259.325,43	2.126.869,06	11.236,89
Total (Tn/día)	2,36	0,26	2,13	0,01
Total (Tn/año)	671,84	73,91	606,16	3,20

AUTOBUSES:

Carburante	Km bus
Diesel	22.692
Gasolina	17
Eléctrico	16.423
Total	39.132

	CO	NM VOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	5.060,23	4.992,16	13.546,90	52,19
Emisiones Gasolina (g/día)	3,71	3,66	9,94	0,04
Total (g/día)	5.063,94	4.995,82	13.556,84	52,23
Total (Tn/día)	0,01	0,00	0,01	0,00
Total (Tn/año)	1,44	1,42	3,86	0,01



ESCENARIO 2:

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.861.224
Gasolina	3.143.838
Eléctrico	577.737
Total	7.221.713

	CO	NM VOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	189.200,00	30.889,80	1.737.551,01	5.791,84
Emisiones Gasolina (g/día)	1.949.179,33	204.349,45	191.774,09	4.401,37
Total (g/día)	2.138.379,32	235.239,24	1.929.325,10	10.193,21
Total (Tn/día)	2,14	0,24	1,93	0,01
Total (Tn/año)	609,44	67,04	549,86	2,91

AUTOBUSES:

Carburante	Km bus
Diesel	22.678
Gasolina	17
Eléctrico	16.423
Total	39.118

	CO	NM VOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	5.057,12	4.989,08	13.538,56	52,16
Emisiones Gasolina (g/día)	3,71	3,66	9,93	0,04
Total (g/día)	5.060,83	4.992,74	13.548,49	52,20
Total (Tn/día)	0,01	0,00	0,01	0,00
Total (Tn/año)	1,44	1,42	3,86	0,01

SERVICIO MARÍTIMO:

Horas recorridas	2
L fuel/hora	5
l fuel en un DLT	10
Densidad (gr/l)	680
Gr fuel	6800
tn fuel	0,0068

	CO (kg)	NM VOC (kg)	NO _x (kg)	PM2.5 (kg)
Total (kg/día)	3,90	1,23	0,06	0,06
Total (Tn/día)	0,00	0,00	0,00	0,00
Total (Tn/año)	1,11	0,35	0,02	0,02



ESCENARIO 3:

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.914.928
Gasolina	3.187.563
Eléctrico	585.772
Total	7.322.156

	CO	NMVOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	191.831,47	31.319,42	1.761.717,62	5.872,39
Emisiones Gasolina (g/día)	1.976.289,36	207.191,63	194.441,37	4.462,59
Total (g/día)	2.168.120,83	238.511,05	1.956.158,99	10.334,98
Total (Tn/día)	2,17	0,24	1,96	0,01
Total (Tn/año)	617,91	67,98	557,51	2,95

AUTOBUSES:

Carburante	Km bus
Diesel	22.678
Gasolina	17
Eléctrico	16.423
Total	39.118

	CO	NMVOC	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	5.057,12	4.989,08	13.538,56	52,16
Emisiones Gasolina (g/día)	3,71	3,66	9,93	0,04
Total (g/día)	5.060,83	4.992,74	13.548,49	52,20
Total (Tn/día)	0,0051	0,0050	0,01	0,00
Total (Tn/año)	1,44	1,42	3,86	0,01

SERVICIO MARÍTIMO:

Horas recorridas en un DLT	76
KG/hora	53,6
kg fuel en un DLT	4073,6
tn fuel	4,0736

	CO (kg)	NMVOC (kg)	NO _x (kg)	PM2.5 (kg)
Total (kg/día)	43,99	19,15	162,54	4,07
Total (Tn/día)	0,04	0,02	0,16	0,00
Total (Tn/año)	12,54	5,46	46,32	1,16



ESCENARIO 4:

VEHÍCULOS LIGEROS:

Carburante	Veh-km ligeros
Diesel	3.417.941
Gasolina	2.782.913
Eléctrico	1.078.409
Total	6.740.058

	CO	NMVOG	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	167.479,10	27.343,53	1.538.073,36	5.126,91
Emisiones Gasolina (g/día)	1.725.405,91	180.889,33	169.757,68	3.896,08
Total (g/día)	1.892.885,01	208.232,86	1.707.831,03	9.022,99
Total (Tn/día)	1,89	0,21	1,71	0,01
Total (Tn/año)	539,47	59,35	486,73	2,57

AUTOBUSES:

Carburante	Km bus
Diesel	14.272
Gasolina	25
Eléctrico	26.552
Total	40.849

	CO	NMVOG	NO _x	PM2.5
Emisiones Diesel (g/día)	3.182,64	3.139,83	8.520,35	32,83
Emisiones Gasolina (g/día)	5,63	5,55	15,07	0,06
Total (g/día)	3.188,27	3.145,38	8.535,42	32,88
Total (Tn/día)	0,00	0,00	0,01	0,00
Total (Tn/año)	0,91	0,90	2,43	0,01



RESUMEN (Tn/año)

	CO	NM VOC	NO _x	PM2.5
Escenario 1	673,28	75,33	610,02	6,40
Tn/año ligeros	671,84	73,91	606,16	6,14
Tn/año autobuses	1,44	1,42	3,86	0,26
Escenario 2	611,99	68,82	553,74	5,83
Tn/año ligeros	609,44	67,04	549,86	5,57
Tn/año autobuses	1,44	1,42	3,86	0,26
Tn/año barco	1,11	0,35	0,02	0,00
Escenario 3	631,90	74,86	607,69	33,77
Tn/año ligeros	617,91	67,98	557,51	5,64
Tn/año autobuses	1,44	1,42	3,86	0,26
Tn/año FFCC	12,54	5,46	46,32	27,86
Escenario 4	540,38	60,24	489,16	2,58
Tn/año ligeros	539,47	59,35	486,73	2,57
Tn/año autobuses	0,91	0,90	2,43	0,91





UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Junta de Andalucía
Consejería de Fomento,
Articulación del Territorio y Vivienda
CONSORCIO DE TRANSPORTE METROPOLITANO
DEL ÁREA DE ALMERÍA