



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROPUESTA DE ADAPTACIÓN EN
NORMATIVA TÉCNICA EUROPEA
SOBRE EL TRÁFICO Y LA
SEÑALIZACIÓN URBANA. APLICACIÓN
PRÁCTICA AL CASO DE ESTUDIO DEL
DISTRITO CENTRO DE LA CIUDAD DE
ALMERÍA**

Alumno: Marta Bonachera Amate

Tutor: Prof. D. Agustín Castillo Martínez

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Febrero, 2.023

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	9
3. METODOLOGÍA.....	11
4. NORMATIVA TÉCNICA EUROPEA	13
4.1. Control de señales de tráfico.....	13
4.1.1. Introducción	13
4.1.2. Predicción de parámetros de tráfico mediante redes neuronales.....	13
4.1.3. Métodos de prioridad de autobuses.....	14
4.1.4. Sistemas aislados.....	15
4.1.5. Sistemas coordinados	16
4.1.6. Control adaptativo descentralizado de las señales de tráfico. Uso de los datos de comunicación V2I.....	19
4.1.7. Sistema autoadaptativo de control de señales de tráfico basado en el entorno del tráfico futuro.....	22
4.1.8. Control de señales de tráfico con vehículos conectados	29
4.1.9. Un nodo sensor seguro habilitado para IoT para la gestión de semáforos ..	32
4.1.10. Prioridad del autobús en los semáforos	34
4.1.11. Ejemplos de prioridad de autobuses en los semáforos	38
4.1.12. Prioridad del autobús en los semáforos: estudio de caso detallado de Londres ..	48
4.2. Movilidad urbana sostenible	58
5. CASO PRÁCTICO EN LA CIUDAD DE ALMERÍA.....	62
5.1. Introducción.....	62
5.1.1. Situación de la ciudad en cuanto a movilidad y transporte público.....	62

5.1.2.	Plan de movilidad urbana sostenible de Almería.....	62
5.2.	Encuesta a la población.....	65
5.3.	Propuestas de medidas a adoptar	73
5.3.1.	Peatonalización del Paseo de Almería	73
5.3.2.	Actuaciones en las calles circundantes	77
5.3.3.	Planos	80
5.3.4.	Presupuesto.....	81
5.4.	Conclusiones.....	154
6.	DISCUSIÓN	156
7.	PERSPECTIVA A FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	161
8.	ANEJOS	163
8.1.	Anejos de control de señales	163
8.1.1.	Reino Unido	163
8.1.2.	Alemania.....	166
8.1.3.	Francia.....	177
8.1.4.	Dinamarca	183
8.1.5.	Países Bajos.....	185
8.1.6.	Grecia	197
8.1.7.	Macedonia del Norte	199
8.1.8.	Eslovenia	201
8.1.9.	Estonia.....	203
8.2.	Anejos de movilidad sostenible	205
8.2.1.	Noruega	205
8.2.2.	Dinamarca	223
8.2.3.	Irlanda.....	227
8.2.4.	Alemania.....	240
8.2.5.	Francia.....	259
8.2.6.	Italia	265
8.2.7.	Eslovenia	280

8.2.8.	Polonia	288
8.2.9.	Estonia, Letonia y Lituania	292
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	294

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de desarrollo del sistema de control autoadaptativo del tráfico urbano	23
Figura 2. NTLS disponibles en el mercado	33
Figura 3. Aplicación de ITS en el transporte público de Aalborg	38
Figura 4. Sistema de prioridad de bus en Brighton	39
Figura 5. Ubicación del autobús y sistema de prioridad en Cardiff	40
Figura 6. El sistema PRISCILLA en Génova	41
Figura 7. Un ejemplo de proceso de prioridad de bus en Ginebra	42
Figura 8. Sistema de señalización e información de Glasgow (BIAS)	42
Figura 9. Configuración del sistema de prioridad de bus de Helsinki (HeLMi)	43
Figura 10. Representación simple de la prioridad del bus en las señales de tráfico usando iBus	44
Figura 11. Configuración del sistema de prioridad de autobuses de Southampton	45
Figura 12. Arquitectura del sistema de prioridad de bus de Toulouse	47
Figura 13. Unión de tres etapas	50
Figura 14. Extensión prioritaria	50
Figura 15. Recuperación prioritaria	51
Figura 16. Salto de etapa	51
Figura 17. Arquitectura de prioridad de bus utilizado en Londres	55
Figura 18. Sistema iBus en Londres	56
Figura 19. Representación simple de la prioridad del bus en las señales de tráfico usando iBus	56
Figura 20. Diseño típico de detectores para detección múltiple	58
Figura 21. Pregunta 1 de la encuesta	66
Figura 22. Pregunta 2 de la encuesta	67
Figura 23. Pregunta 3 de la encuesta	67
Figura 24. Pregunta 4 de la encuesta	67
Figura 25. Pregunta 5 de la encuesta	68
Figura 26. Pregunta 6 de la encuesta	68
Figura 27. Pregunta 7 de la encuesta	68
Figura 28. Pregunta 8 de la encuesta	69
Figura 29. Pregunta 9 de la encuesta	69
Figura 30. Pregunta 10 de la encuesta	69
Figura 31. Pregunta 11 de la encuesta	70

Figura 32. Pregunta 12 de la encuesta.....	70
Figura 33. Pregunta 13 de la encuesta.....	70
Figura 34. Pregunta 14 de la encuesta.....	71
Figura 35. Pregunta 15 de la encuesta.....	71
Figura 36. Pregunta 16 de la encuesta.....	71
Figura 37. Pregunta 17 de la encuesta.....	72
Figura 38. Pregunta 18 de la encuesta.....	72
Figura 39. Pregunta 19 de la encuesta.....	72
Figura 40. Pregunta 20 de la encuesta.....	73
Figura 41. Estación de alquiler de bicicletas	74
Figura 42. Aplicación APK2.....	75
Figura 43. Interfaz de la aplicación APK2.....	76
Figura 44. Ampliación de acera en el Paseo de Almería	77
Figura 45. Representación del sistema de comunicación V2I	158
Figura 46. Aplicación Bayern Info	170
Figura 47. Arquitectura del sistema	191
Figura 48. Red y subredes del área de Ámsterdam.....	194
Figura 49. Control ascendente.....	196
Figura 50. Resultados estratégicos nacionales y prioridades estratégicas de inversión	236
Figura 51. Resultados estratégicos nacionales - Sector de Movilidad Sostenible centrado	237

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas y beneficios del enfoque MOBINET en el Sistema de Control de Tráfico, Múnich	167
Tabla 2. Medidas y beneficios de la aplicación BMW ITS para el control de carreteras de circunvalación	169
Tabla 3. Medidas permanentes modeladas.....	217

RESUMEN / ABSTRACT

RESUMEN

Las emisiones que genera el tráfico urbano representan la mayor parte de la contaminación atmosférica de las ciudades, por eso es importante tomar medidas para reducirlas lo máximo posible. Para lograr una movilidad más sostenible en las ciudades hay que alentar a la población a dejar de depender tanto del vehículo privado y usar más el transporte público, la bicicleta o caminar. Otras medidas más estrictas que se toman son las restricciones de los vehículos propulsados por combustibles fósiles al centro de las ciudades, el aumento de las tarifas en los parkings, así como también el aumento del precio de los carburantes.

Por otro lado, para evitar los embotellamientos que se generan a diario en las horas punta, es necesaria una buena gestión del tráfico mediante el control de señales. Esto se logra gracias a la prioridad que se le da en los semáforos al transporte público, especialmente a los autobuses. Cuando éstos se acercan a un semáforo que está a punto de ponerse en rojo, son detectados por GPS, donde la señal se envía al Centro de Control del Tráfico y se extiende el periodo de ola verde consiguiendo así que un autobús pueda pasar antes que un coche y de esta manera consiga circular sin retraso.

Conociendo estas dos ideas principales se procede a realizar un ejemplo sobre el distrito centro de la ciudad de Almería para ver si es posible llegar a implantar medidas como las explicadas anteriormente para poder aliviar el tráfico en las principales calles de la ciudad, consiguiendo así que mejore la calidad de vida de sus habitantes.

ABSTRACT

Emissions from urban traffic account for most of the air pollution in cities, so it is important to take action to reduce them as much as possible. To achieve more sustainable mobility in cities, people should be encouraged to move away from a heavy reliance on private vehicles and use more public transport, cycling and walking. Other stricter measures include restrictions on fossil fuel vehicles in city centres, increased parking fees, as well as higher fuel prices.

On the other hand, to avoid the traffic jams that occur daily during rush hour, good traffic management through signal control is necessary. This is achieved by giving priority at traffic lights to public transport, especially buses. When buses approach a traffic light that is about to turn red, they are detected by GPS, where the signal is sent to the Traffic Control Centre and the green wave period is extended so that a bus can pass before a car and thus get through without delay.

Knowing these two main ideas, we proceed to carry out an example in the central district of the city of Almeria to see if it is possible to implement measures such as those explained above to alleviate traffic in the main streets of the city, thus improving the quality of life of its inhabitants.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día todos somos conscientes de los problemas que genera el tráfico, tanto a nivel ambiental como a nivel social, ya que es la principal fuente de contaminación en las ciudades. Un ejemplo de ello es la contaminación que hay en las ciudades debido a la emisión de partículas de CO₂, NO_x y PM_{2,5} entre otras. También otra desventaja que afecta a nivel más personal a los conductores de vehículos privados son los atascos en las horas punta, lo que conlleva un retraso constante a la llegada al trabajo, al lugar de estudio o a cualquier otra actividad que se quiera realizar.

La red de tráfico urbana está siendo cada vez un problema mayor en vez de una ventaja. Aunque se construyan más carreteras para aliviar el tráfico, a largo plazo no produce ninguna ventaja ya que en los próximos años la población mundial crecerá de manera exponencial, lo que conlleva también a un aumento proporcional del tráfico.

Este tema cada día es más preocupante debido a su gravedad y aunque parezca imposible, aún hay solución. Es una tarea difícil pero no por ello imposible.

Las nuevas políticas de movilidad que se quieren integrar normalmente tratan de dar prioridad al transporte público, al uso de bicicleta y a caminar, pero al final se acaba priorizando el flujo de vehículos privados en vez de enfocarse en lo anterior. Por ello, la mayoría de las inversiones se acaban destinando a los automóviles, dejando así un presupuesto a las medidas que abogan por una movilidad más sostenible.

Poniendo de manifiesto varios temas que van de la mano para ayudar a mejorar el tráfico, como son la movilidad sostenible en las ciudades, la planificación territorial o una buena gestión del tráfico, es posible poder alcanzar una movilidad de mayor calidad. Para ello es importante implementar el uso del transporte público en las grandes ciudades, mientras que en ciudades más pequeñas es adecuado inducir al uso de bicicletas. En ciudades en desarrollo, una propuesta para la reducción de vehículos sería planificar ciudades compactas y evitar la expansión urbana; y para ciudades más antiguas, lo adecuado es invertir en sistemas más avanzados de transporte.

MARCO 2030

“En enero de 2014, la Comisión Europea presentó una propuesta que dotaría de continuidad al Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático, con horizonte 2030, y en la que se proponen nuevos objetivos de reducción de emisiones y de energías renovables.

Con esta propuesta se pretende dar continuidad a la arquitectura de lucha contra el cambio climático de la UE que ya se viene aplicando y, además, será el elemento principal

que defina la participación de la Unión en el nuevo acuerdo post-2020 en el ámbito de la CMNUCC, ya que definirá el objetivo de reducción de emisiones de la UE a partir de 2020.

Los principales elementos de esta Propuesta a 2030 son nuevamente establecer un objetivo de reducción de gases de efecto invernadero, un objetivo de energías renovables a nivel europeo, la futura consideración de la eficiencia energética, la reforma del Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión, y otros temas (incluidos los relacionados con la necesidad de mejorar la seguridad de los suministros energéticos, destacando la necesidad de explotar las fuentes domésticas de energía sostenibles, y mejorar las interconexiones).” (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico 2020)

HOJA DE RUTA 2050

En el año 2013 se presentó la Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono competitiva en 2050, donde la Comisión Europea va más allá del corto plazo y propone una forma costo-eficiente de lograr reducciones profundas de emisiones a mediados del siglo XXI. La Hoja de Ruta indica que todas las grandes economías tendrán que hacer reducciones de emisiones para que la temperatura media global no supere los 2°C en comparación con la temperatura de la era preindustrial. La Hoja de Ruta es uno de los planes de política a largo plazo anunciados bajo la iniciativa emblemática de Europa Eficiente de Recursos destinada a poner a la UE en el camino al uso de los recursos de una manera sostenible.

Esta Hoja de Ruta indica que, en 2050, la UE debe reducir sus emisiones un 80% por debajo de los niveles de 1990 a través de reducciones domésticas y se establecen hitos intermedios (reducciones del orden del 40 % en 2030 y 60% en 2040). También muestra cómo los principales sectores responsables de las emisiones de Europa, generación de energía, industria, transporte, edificios y construcción, así como la agricultura, pueden hacer la transición hacia una economía de baja emisión de carbono de una forma rentable.” (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico 2020)

Aunque se intente alcanzar el objetivo de neutralidad de emisiones para 2050, debe existir un cambio de paradigma en el pensamiento de la población para poder llevarlo a cabo. Es preferible que las personas dejen de usar el vehículo privado mediante medidas blandas, que obligarles con medidas duras.

Numerosos estudios han demostrado que hay muchas personas dispuestas a cambiar el vehículo privado por el transporte público, pero para ello están de acuerdo en que el mismo debe mejorar y resultar más atractivo.

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos, existen multitud de medidas que se están implementando para reducir el tráfico.

En este documento nos centraremos en las medidas que se realizan en algunas ciudades a nivel europeo para combatir esto. Principalmente nos dirigiremos a las medidas sobre el control y la gestión del tráfico, dando prioridad e importancia al transporte público y a las medidas de movilidad sostenible.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este documento se basan en la recopilación de las medidas que se aplican en distintas ciudades de la Unión Europea donde previamente a implantarlas, se realizan pruebas para ver de qué manera son acogidas. Estas medidas se refieren tanto a la gestión del tráfico y el control de señales, como a la movilidad urbana sostenible.

Una vez recogidas las ideas más importantes, se aplicarán al caso práctico de del distrito centro de la ciudad de Almería, donde finalmente se comprobará si es posible llegar a conseguir una movilidad más sostenible mediante una gestión del tráfico más eficiente.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

La metodología a seguir consiste en la revisión de la literatura de estudios de investigación, así como la normativa que se aplica en cada región de los países seleccionados de Europa.

Más adelante, en el caso práctico, se realiza una encuesta a la población para conocer la opinión de los habitantes de la zona, así como el uso de varios programas informáticos para la realización de los planos y presupuestos necesarios para ver si la implantación de estas medidas es viable para una ciudad como la de Almería.

De forma más esquemática, la metodología a seguir a la hora de redactar este documento es la siguiente:

- Se ha realizado una investigación sobre el control de señales y la movilidad urbana sostenible a nivel europeo. La información recogida proviene de artículos extraídos de la página *Google Académico*.
- Se ha llevado a cabo una traducción de los documentos.
- Una vez recopilada la información, se han realizado los anejos y posteriormente el resto de puntos.
- Se ha procedido a plantear el caso práctico del distrito centro de la ciudad de Almería.
- Se ha creado una encuesta para conocer la opinión de la población.
- Para comprobar la viabilidad del proyecto propuesto sobre la ciudad, se ha creado un presupuesto que engloba las actuaciones planteadas.
- Además, para visualizar el concepto se han creado varios planos.
- Una vez el proyecto está creado, hemos realizado una discusión sobre los puntos fuertes y débiles del caso práctico.
- Además, se han añadido unas conclusiones para un sentido globalizado al proyecto.

4. NORMATIVA TÉCNICA EUROPEA

4. NORMATIVA TÉCNICA EUROPEA

4.1. Control de señales de tráfico

4.1.1. Introducción

La congestión del tráfico deriva en contaminación, velocidades de desplazamiento menores y mayor gasto económico. Por eso, se debe intentar alcanzar una fluidez del tráfico mediante el control de señales de tráfico.

Al mismo tiempo, para garantizar la seguridad vial y reducir al máximo los accidentes de tráfico también se cuenta con otros métodos de control del tráfico que están más extendidos por toda Europa, como son las señales verticales y horizontales situadas en las zonas urbanas e interurbanas, así como los radares o pórticos con mensajes y actualizaciones en tiempo real.

Normalmente, el control del tráfico se efectúa en los C.C.T. (Centros de Control de Tráfico) donde se lleva el control de las carreteras mediante las numerosas cámaras que hay instaladas en la red viaria. Y donde se tiene constancia de los incidentes que se producen así como de las infracciones que realizan los conductores.

En este apartado se van a tratar mayoritariamente los sistemas de control de señalización del tráfico para dar la mayor prioridad posible a los autobuses pertenecientes a la red de transporte público sobre el resto de vehículos privados en áreas urbanas. Se tratarán algunos ejemplos de estos sistemas de control en distintas ciudades pertenecientes tanto a la Unión Europea, como a otras fuera de ella.

4.1.2. Predicción de parámetros de tráfico mediante redes neuronales

El rápido aumento del número de vehículos provoca un rápido aumento de la intensidad del tráfico rodado. Debido a la limitada capacidad de la infraestructura de transporte urbano en tiempos de creciente intensidad de tráfico se producen muchas dificultades en la circulación de vehículos.

El Sistema de Gestión del Tráfico Urbano (UTMS por sus siglas en inglés) utiliza métodos rápidos y eficaces para optimizar las estrategias de control del tráfico vial. Recoge la información sobre el tráfico rodado de varias fuentes y permite procesarla y utilizarla para mejorar el control del tráfico.

4.1.2.1. Aplicación de las redes neuronales en los sistemas de control y gestión del tráfico

La característica más utilizada de las redes neuronales es la capacidad de predecir diversos parámetros del tráfico rodado, como el rendimiento, la intensidad y la longitud de las colas de vehículos, basándose en datos históricos.

Los sistemas de control de tráfico de primera generación como TRANSYT, utilizan un conjunto de estrategias de control cuyos parámetros se determinan fuera de línea en función de la hora del día. Los sistemas de control de segunda generación realizan una optimización en línea basada en los cambios previstos en la intensidad del tráfico, de 5 a 10 minutos, antes de emplear una nueva estrategia de control, por ejemplo, RTOP. Los sistemas de control de tercera generación también permiten la optimización en línea, pero basándose en el análisis de la intensidad del tráfico, que se supervisa entre 3 y 6 minutos antes de emplear la nueva estrategia de control (periodo variable). Por último, en los sistemas de cuarta generación, los planes de control se modifican en función de los cambios de la intensidad del tráfico y no en función de las predicciones realizadas previamente.

SCOOT es un ejemplo de este sistema. Para predecir la longitud de la cola de vehículos en el siguiente cruce de carreteras, utiliza perfiles de intensidad de tráfico (pérdidas de tiempo y vehículos detenidos) que se actualizan cada pocos segundos. A través de la variación de las divisiones, los desplazamientos y las longitudes de los periodos, se minimiza la longitud de la cola de vehículos.

En el sistema de control de redes de cruces urbanos de tres niveles UTOPIA-SPOT la optimización se basa en la estimación y predicción exhaustiva de los flujos de tráfico. La estimación y predicción se realiza con tres tipos de detectores.

El nivel más alto del sistema es UTOPIA, que se encarga de vigilar, realizar diagnósticos y supervisar la optimización del control de la red de cruces de carreteras. El siguiente nivel es el controlador superior SPOT y el nivel más bajo, el controlador local.

Como conclusión, las redes neuronales permiten obtener muy buenos resultados de predicción a corto plazo. Por lo tanto, pueden emplearse en sistemas de control y gestión del tráfico que, para optimizar la estrategia de control, necesitan tener en cuenta parámetros medidos recientemente o en línea. (Pamula 2011)

4.1.3. Métodos de prioridad de autobuses

Los métodos de prioridad de autobuses vienen dados por dos medidas distintas, las cuales se utilizan de acuerdo con la necesidad y la viabilidad de proporcionarlas y pueden

incluir carriles con flujo, carriles bus en contracorriente, calles solo bus, prioridad en los semáforos y medidas integradas como reubicación de colas y carriles bus virtuales. Los métodos de prioridad se basan en dos medidas fundamentales, las medidas basadas en enlaces y sistemas aislados.

4.1.3.1. Medidas basadas en enlaces

Entre estas medidas destacan los carriles para autobuses con flujo, ya que son carriles que se reservan para uso específico de este tipo de transporte, ayudando a evitar colas de tráfico y haciendo así que se produzcan importantes ahorros de tiempo.

Un carril para autobuses en contracorriente es un carril donde los autobuses pueden viajar en contra de la dirección principal del flujo del tráfico, permitiendo que los autobuses eviten desvíos innecesarios. Estos carriles en contracorriente se introducen generalmente en sistemas de tráfico unidireccional en toda el área.

Las vías para autobuses son corredores o redes sustanciales de tramos de carretera exclusivos para autobuses. Están diseñadas para separarlos del tráfico general que los protege de la congestión.

4.1.4. Sistemas aislados

Las uniones controladas por señales que se ubican y operan de forma independiente se conocen como uniones aisladas. Estos tipos de controles se usan cuando no afectan a otras señales de tráfico vecinas y se encuentran vinculadas a un centro de control de tráfico. Un sistema aislado se acciona mediante tiempo fijo o por un vehículo.

4.1.4.1. Vehículo accionado

Los sistemas activados por vehículos (VA) se basan en detectores de tráfico en los accesos a los cruces para detectar vehículos y asignar tiempos verdes a diferentes movimientos de tráfico de acuerdo con el tráfico detectado.

En este sistema, un vehículo que se acerca a una señal o ámbar registra una demanda de un verde. Esta demanda se almacena en el controlador, que sirve las etapas permitidas en orden cíclico omitiendo las etapas para las que no se ha recibido demanda. Una vez que se muestra una señal verde, la duración puede prolongarse si los vehículos detectados se mueven hacia la señal.

El sistema VA puede dar prioridad a los autobuses detectados en la aproximación extendiendo el periodo verde actual o recordando la etapa de prioridad para los autobuses con anticipación.

MOVA

MOVA (Actuación de Vehículo Optimizada por Microprocesador) analiza los datos del detector carril por carril y controla los tiempos de la señal para optimizar el retraso y las paradas o la capacidad.

4.1.5. Sistemas coordinados

Cuando las uniones controladas por señales están más espaciadas y se producen interacciones de tráfico, a menudo se implementa un control coordinado. Las operaciones en un cruce se ven influenciadas por las operaciones en uno o más cruces vecinos, y todos los cruces se coordinan mediante un Sistema de Control de Tráfico Urbano (UTC).

Los sistemas UTC se implementan en la mayoría de los pueblos y ciudades medianos y grandes de todo el mundo, particularmente en las áreas centrales donde la densidad de cruces es más alta.

4.1.5.1. Hora fija UTC

Con el control de tiempo fijo, los tiempos de señal ('planes') se calculan fuera de línea, a menudo utilizando software como TRANSYT, y se implementan a través del sistema UTC.

Estos planes utilizan datos de tráfico históricos y medidos para generar planes óptimos que generalmente varían según la hora del día y el día de la semana.

SPRINT (Técnica de Red de Prioridad Selectiva) se desarrolló en el Reino Unido para dar prioridad a los autobuses en las señales de tráfico controladas por un sistema UTC de hora fija. El sistema da prioridad a los autobuses detectados en la aproximación extendiendo el periodo verde actual (una extensión) o recuperando el siguiente periodo verde antes (un retiro).

4.1.5.2. UTC sensible al tráfico

Los sistemas sensibles al tráfico usan detectores de tráfico en las cercanías de los cruces para obtener datos que se usan para calcular la configuración óptima de la señal en tiempo real. Se han desarrollado varios sistemas como SCOOT, SCATS, UTOPIA, PROLYN y BALANCE, los cuales se explicarán a continuación.

SCOOT

Las siglas SCOOT representan Técnica de Optimización de Compensación de Ciclo Dividido, en inglés. Es un sistema de control de tráfico urbano (UTC) adaptativo que responde automáticamente a las fluctuaciones en el flujo de tráfico obtenido de los detectores en la calle. Esto se lleva a cabo adaptando continuamente tres parámetros clave

de control de tráfico: la cantidad de verde para cada aproximación (*Split*), el tiempo entre las señales adyacentes (*Offset*) y el tiempo permitido para todas las aproximaciones a una intersección señalizada (*Cycletime*). La adaptación tiene como objetivo minimizar el tiempo verde perdido en las intersecciones y reducir las paradas y retrasos mediante la sincronización de conjuntos de señales adyacentes.

La prioridad de los autobuses se puede dar en SCOOT extendiendo la etapa verde para permitir que estos despejen el cruce, o acortando las etapas intermedias para volver lo más rápido posible a la etapa de autobús.

Normalmente, la prioridad que se brinda a los autobuses la decide el optimizador SCOOT en el centro UTC y se comunica al controlador de tráfico local. SCOOT también es capaz de proporcionar prioridad a los autobuses según el nivel de puntualidad con el que circulen. No dan prioridad a los autobuses que llegan a tiempo y dan prioridad alta a los que vayan con retraso. La versión reciente de SCOOT también tiene la facilidad de dar prioridad al omitir etapas que no son de autobús.

SCATS

SCATS (*Sidney Coordinated Adaptive Traffic System*) es un sistema de control de tráfico urbano (UTC) desarrollado originalmente para su aplicación en Sídney y otras ciudades australianas. SCATS gestiona principalmente la sincronización dinámica (en línea, en tiempo real) de las fases de la señal en los semáforos, lo que significa que intenta encontrar la mejor fase para el tráfico actual.

El sistema SCATS se adapta tanto a autobuses como tranvías y consta de tres niveles de prioridad: alta, media o baja.

Normalmente la prioridad alta se les asigna a los tranvías (saltándose otras fases si es necesario) y la media se les da a los autobuses.

MOTION

MOTION (Método para la Optimización de Redes Controladas en Línea de Señales de Tráfico) tiene dos componentes: MOTION central y MOTION local. La función central crea planos que luego pueden ser ajustados por el elemento local.

MOTION proporciona los siguientes niveles de priorización:

- A nivel de red: la coordinación de los semáforos debe tener en cuenta las rutas más importantes de transporte público para que puedan darse compensaciones en los tiempos de viaje.

- A nivel de intersección: gracias a la optimización de red se genera automáticamente nuevos tiempos de señal que se pueden forzar para tratar divisiones y secuencias de etapas de los autobuses.

UTOPIA

UTOPIA (Optimización del tráfico urbano mediante automatización integrada) / SPOT (Sistema de Prioridad y Optimización del Tráfico), es una estrategia de control de señales de tráfico jerárquicamente descentralizada desarrollada en Italia, donde actualmente se utiliza en algunas ciudades de Italia, Países Bajos, EEUU, Noruega, Finlandia y Dinamarca. UTOPIA/SPOT tiene como objetivo minimizar el tiempo total perdido por los vehículos privados durante sus viajes, sujeto a la restricción de que los vehículos públicos a los que se dará prioridad no se detendrán en las intersecciones señalizadas.

Consiste en optimizar una función de costes según varios elementos: retrasos y paradas de vehículos, retrasos en el transporte público y desviación del plan de referencia y ajustes de señal anteriores.

Hay dos niveles de optimización: local y de red.

- Local: la configuración de la señal se optimiza según la situación de tráfico actual en la intersección.
- De red: trata de crear una coordinación de señales dinámicas basando la optimización en la función de coste teniendo en cuenta el estado de las intersecciones vecinas.

En UTOPIA/SPOT, la prioridad del autobús se proporciona cambiando la “ventana verde” para que coincida con la hora estimada de llegada de un autobús en la línea de parada.

RHODES

RHODES (Sistema en tiempo real, jerárquico, optimizado, distribuido y efectivo) responde al comportamiento estocástico natural del tráfico, que se refiere a variaciones espaciales y temporales e intenta optimizar una determinada medida de rendimiento estableciendo planes de tiempo en términos de duración de fase para cualquier secuencia de fase dada. En cuanto a prioridad, cuenta con tres niveles de jerarquía:

- Modelo de carga de red dinámica.
- Modelo de control de flujo de red.
- Modelo de control de intersecciones.

El sistema RHODES da prioridad al autobús si conoce la ubicación y el número de pasajeros de cada vehículo.

SPRUCE

SPRUCE son las siglas de *Selective PRiority in the UTMC Environment*, desarrollado por el ayuntamiento de Leeds.

La prioridad se otorga ajustando la hora de inicio de los planes horarios fijos con respecto a la diferencia entre la hora de detección del autobús / tranvía y la hora ideal en el ciclo para que el tranvía llegue al punto de detección. (Gardner, y otros 2009)

4.1.6. Control adaptativo descentralizado de las señales de tráfico. Uso de los datos de comunicación V2I

4.1.6.1. Introducción

La optimización del flujo de tráfico en las intersecciones señalizadas es uno de los factores clave para reducir los impactos mencionados.

El control adaptativo de las señales de tráfico en las redes urbanas requiere información sobre el estado actual y futuro del tráfico. Esta información debe ser lo más completa y precisa posible. Los avances en la comunicación inalámbrica y el GPS han ofrecido nuevas posibilidades para la detección de vehículos. El marco técnico para el envío y la recepción de información entre los vehículos y la infraestructura, como los semáforos (comunicación V2I), está en progreso.

La detección temprana de los vehículos que se aproximan ofrece la posibilidad de prever la longitud de las colas y el patrón de llegada en cada aproximación o carril y, por tanto, optimizar el control de las señales incluso antes de que los vehículos lleguen a la línea de parada.

En cada intervalo discreto de 5 segundos, el algoritmo de control predice la longitud futura de la cola para los próximos 20 segundos escuchando los datos de posición y velocidad de los vehículos recibidos. Dentro de cada uno de estos horizontes de optimización, el método determina la secuencia de fases óptima para reducir la longitud total de la cola en una intersección utilizando los métodos de Programación Dinámica (DP) y Enumeración Completa (CE).

La calidad del nuevo control de las señales de tráfico depende principalmente del número de vehículos equipados con dispositivos de comunicación con respecto al número total de vehículos, el llamado *índice de penetración*.

Debido a la disminución de los índices de penetración, la probabilidad de que los vehículos con dispositivos de comunicación alcancen el rango de comunicación antes de que la aproximación esté congestionada disminuye. Por lo tanto, los datos adicionales de los detectores de bucle (situados delante de las líneas de parada) se procesan adicionalmente para detectar y atender a los vehículos sin dispositivos de comunicación, especialmente en las direcciones menores.

4.1.6.2. Control de señales de tráfico

4.1.6.2.1. Supuestos

- El control de señales de cada intersección señalizada se basa en las fases. No hay restricciones en el número de fases, transiciones de fase, secuencias o tiempos. El control de la señal funciona sin ciclos ni desplazamientos.
- Los vehículos se detectan a través de la tecnología de comunicación V2I y de los detectores de bucle situados delante de la línea de detención. El rango de comunicación asumido es de unos 280 metros.
- La duración de un horizonte de optimización es de 20 segundos. Al principio de cada horizonte de optimización se genera una nueva secuencia de fases y se envía al controlador. El objetivo dentro del control es determinar la secuencia de fases óptima para minimizar la cola total.
- La duración mínima del tiempo verde es de 5 segundos.
- El tiempo máximo de espera está limitado a 70 segundos.

4.1.6.2.2. Arquitectura del sistema

El sistema contiene dos tipos de nodos de comunicación inalámbrica: Unidades de a bordo (OBUs) que pertenecen a los vehículos y una unidad de carretera (RSU), que está conectada con cada controlador de la red a través de una pasarela LAN. Las OBU envían periódicamente mensajes que contienen la posición actual del vehículo, su velocidad, su identificación y una marca de tiempo. La RSU recibe los mensajes y los procesa.

La RSU recibe periódicamente datos de comunicación V2I y compara los ID de los vehículos recibidos, así como los datos de velocidad y posición asociados, con los datos de comunicación V2I correspondientes de los mensajes almacenados en su memoria local. La presencia de los vehículos se asigna a los carriles y se acumula en las colas de cada fase.

En el caso de una baja tasa de penetración, se utiliza alternativamente un método de estimación de cola basado en los datos de comunicación V2I en lugar de acumular las presencias de los vehículos a las colas.

Al principio de cada horizonte de optimización el método escanea las colas acumuladas así como la información de los semáforos como el estado actual como la duración del tiempo verde o rojo transcurrido para cada fase.

La secuencia óptima de fases y las longitudes de cola asociadas se almacenan en un buffer local y se utilizan como variables de estado durante el siguiente horizonte de optimización.

Por último, la RSU envía la secuencia de fase óptima al controlador de señales. Aquí, las recomendaciones recibidas se procesan en comandos de control y luego se aplican a los estados de las señales.

4.1.6.2.3. Algoritmo de optimización

El algoritmo de control se basa en las técnicas matemáticas de la programación dinámica (PD) y la enumeración completa (CE), que se utilizan para los problemas de decisión de varias etapas. La PD supone que si un problema global puede dividirse en pequeños subproblemas (etapas), las soluciones óptimas de los subproblemas pueden utilizarse para resolver el problema global.

En relación con el control de las señales de tráfico, el problema general consiste en determinar las secuencias de fases óptimas para un horizonte temporal finito con el fin de minimizar la longitud total de las colas.

Se utiliza DP para minimizar el retraso total en intersecciones individuales asumiendo que se conocen los patrones de llegada para grandes intervalos de tiempo discretos de hasta 900 segundos. Al utilizar la tecnología de comunicación V2I y considerar que no hay intercambio de información entre intersecciones adyacentes en la red, el algoritmo DP tiene que ser modificado debido a la restricción de que los patrones de llegada se conocen sólo dentro de cada horizonte de optimización.

Al principio de cada horizonte de optimización, el algoritmo escanea el árbol de decisión para encontrar la solución óptima, almacena la solución en un buffer local y utiliza la solución anterior en el siguiente horizonte de optimización.

4.1.6.2.4. Algoritmo de control

El método de optimización DP&CE se inicia si se cumplen los criterios del tiempo verde mínimo y el tiempo de espera máximo. Basándose en las variables de estado dadas, la información actual de los semáforos, así como la información almacenada del horizonte de optimización anterior, el algoritmo escanea el árbol de decisión para encontrar la secuencia de fases óptima para los próximos 20 segundos. Por lo tanto, se determinan las futuras longitudes totales de cola para cada transición de fase válida utilizando CE.

Las estrategias de prioridad también se procesan en este punto. La fase actual se extenderá o cambiará otra fase independientemente del estado actual del tráfico e independientemente de una posible solicitud de prioridad.

Por lo tanto, en cortos intervalos de tiempo de 20 segundos, DP&CE optimiza la secuencia de fases para minimizar la longitud total de las colas en cada intersección señalizada de la red. La estrategia de control funciona sin tiempos de ciclo, compensaciones u otros tiempos fijos. Sólo el tiempo verde mínimo, así como el máximo.

La duración del tiempo de espera es limitada. Además, el control proporciona estrategias de prioridad para vehículos o flujos especiales. (Priemer y Friedrich 2009)

4.1.7. Sistema autoadaptativo de control de señales de tráfico basado en el entorno del tráfico futuro

4.1.7.1. La historia del desarrollo y las deficiencias del sistema de control autoadaptativo del tráfico existente

4.1.7.1.1. La historia del desarrollo del sistema de control autoadaptativo del tráfico existente

El sistema de control autoadaptativo de primera generación adopta el control de temporización multiperiodo de división final del período, o el control autoadaptativo completamente aislado, para realizar la regulación simple del flujo de tráfico.

El sistema de control de señales de tráfico de segunda generación ajusta de forma dinámica los parámetros del esquema de temporización de las señales (período de la señal, proporción de la señal verde y diferencia de fase). En comparación con el sistema de control de sincronización e inducción, el sistema de segunda generación ha mejorado considerablemente la flexibilidad y la capacidad de ajuste adaptativo del sistema de control. Los sistemas de control de segunda generación típicos son SCATS y SCOOT.

El sistema de control de tercera generación utiliza una idea similar a la de la segunda generación para ajustar dinámicamente el parámetro de temporización de la señal en respuesta a la fluctuación del flujo de tráfico variable en el tiempo en la intersección. Los sistemas típicos de control de tercera generación son OPAC y RHODES. El control urbano sensible al tráfico es una estrategia de control de señales en tiempo real fácil de implementar, interoperable y de bajo coste, cuyo rendimiento, tras un ajuste fino muy limitado, demostró ser mejor o, al menos, similar a los logrados por las estrategias de larga duración que, en la mayoría de los casos, se ajustaron muy bien a lo largo de los años en las redes específicas.

El sistema autoadaptativo de control de señales de tráfico de cuarta generación es un sistema integrado de gestión y control del tráfico, que puede realizar la gestión integrada

del tráfico de la red y maximizar las ventajas técnicas y de rendimiento de múltiples subsistemas. Integra el sistema de control de señales de tráfico autoadaptativo y otros sistemas de gestión de tráfico ITS con tecnología de integración de hardware y software, como modelos de procesos dinámicos de asignación y control de tráfico combinados con diferentes estrategias de actualización de señales.

El sistema de control de señales de tráfico autoadaptativo de quinta generación se basa en las capacidades de autoaprendizaje y de cálculo de alta eficacia en el entorno de los vehículos automatizados y de los vehículos normales. Basándose en la información empírica y condiciones de tráfico en tiempo real, el sistema de control de señales de tráfico adaptativo de quinta generación aprende los conocimientos de control de tráfico de forma independiente y reduce la carga computacional de la optimización de decisiones de forma inteligente. En la figura 1 se representan de forma esquemática los niveles de sistemas de control de señales de tráfico autoadaptativo.

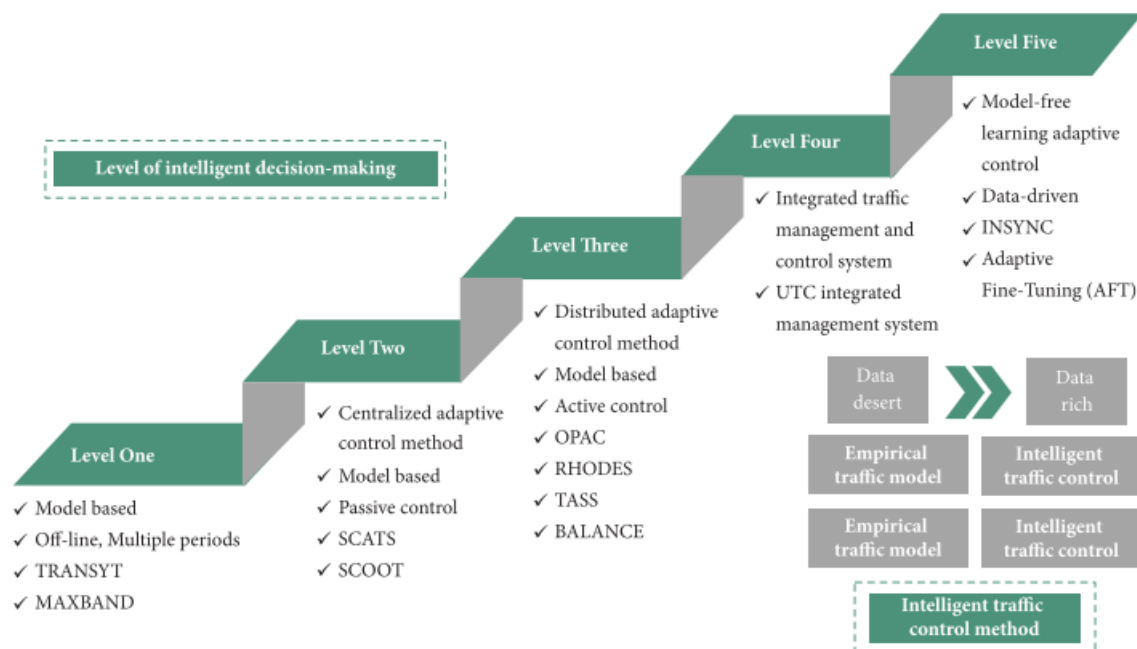


Figura 1. Proceso de desarrollo del sistema de control autoadaptativo del tráfico urbano

4.1.7.1.2. La deficiencia y la expectativa del sistema de control autoadaptativo del tráfico existente

La teoría, el método y la tecnología de control de tráfico autoadaptativo existentes con periodo fijo presentan algunas deficiencias, como las siguientes:

- El modelo existente de predicción del tráfico estático y el esquema temporal no tiene capacidad de aprendizaje.

- Con la expansión de la red de tráfico, la red regional de carreteras a gran escala que utiliza el control centralizado es difícil de garantizar la calidad de la transmisión de datos.
- El sistema existente sólo es adecuado para el tráfico regional con un efecto de corredor significativo (debido a la secuencia de fase fija, sólo puede lograr una onda verde de un solo sentido), y la capacidad de control del flujo de tráfico de la red típica en la gran mayoría de las ciudades es limitada.
- La red regional de carreteras carece de una respuesta oportuna a la fluctuación real del tráfico, por lo que es difícil lograr un control en tiempo real.
- Los métodos de control de tráfico existentes simplifican en su mayoría las restricciones de control para establecer el modelo matemático preciso, pero estos métodos son diferentes de las condiciones reales de flujo de tráfico y el efecto de control es pobre.
- El sistema requiere mucha intervención humana, y se necesita personal profesional y técnico para optimizar y mantener el sistema debido al problema del proceso de migración localizado.

Muchos de los sistemas de control de tráfico autoadaptativos existentes utilizan el modelo de tráfico para predecir la evolución del flujo de tráfico de la red bajo la condición de datos de flujo de tráfico limitados y, a continuación, utilizan el método de índice global para optimizar los parámetros de temporización de las señales. Por lo tanto, la predicción del volumen es una parte esencial. Asociados a la predicción hay dos aspectos: resolución y precisión.

4.1.7.2. Investigación sobre el sistema de control de señales de tráfico basado en el entorno de tráfico futuro

4.1.7.2.1. La visión general de la composición y el desarrollo del entorno de tráfico del futuro

La composición del flujo de tráfico de vehículos convencionales (VCR) también se ve modificada por la aparición y la mezcla del vehículo conectado (VC) y el vehículo autónomo (AV). Es previsible que el flujo de tráfico de automóviles se componga de vehículo convencional, CV y AV en las próximas décadas.

Con el continuo desarrollo de campos relacionados, como Internet móvil e Internet de las cosas, el sistema de infraestructura cooperativa de vehículos y su aplicación se han convertido en la nueva tendencia del sistema de transporte inteligente.

4.1.7.2.2. Estado de la investigación del sistema de control de señales de tráfico basado en el entorno de tráfico futuro

El sistema de control de señales de tráfico ha evolucionado desde el control fuera de línea hasta el control en línea, desde el control puntual hasta el control en red, desde el control de tiempo fijo hasta el control en red, desde el control de tiempo fijo hasta el control autoadaptativo. Con el desarrollo del sistema de transporte inteligente, se ha iniciado gradualmente la investigación de una nueva generación de tecnología de control del tráfico basada en datos heterogéneos de múltiples fuentes.

Para satisfacer las necesidades especiales, como los vehículos de rescate de emergencia y la prioridad de los autobuses, también se ha propuesto el sistema de control de prioridad de señales multimodal teniendo en cuenta el estado en tiempo real de los vehículos especiales y se ha logrado una implementación inicial.

La mayoría de los objetivos de optimización adoptan indicadores relacionados con la eficiencia, como el menor retraso, el menor número de paradas o el menor tiempo de recorrido. En cuanto a la evaluación del efecto del control, la mayor parte de las investigaciones sobre el efecto del control de la optimización se basan en el software de simulación tradicional desarrollado de forma secundaria. Las investigaciones muestran que el control del tráfico que considera el flujo de tráfico mixto del vehículo conectado y el vehículo autónomo puede mejorar eficazmente la eficiencia del tráfico de la sección intermedia, en comparación con el control de flujo de tráfico convencional.

4.1.7.3. Estado de desarrollo del método de control autoadaptativo de señales de tráfico urbano

4.1.7.3.1. Método de control autoadaptativo del tráfico basado en un modelo matemático

De acuerdo con el estado y la función del módulo de previsión del tráfico en el modelo de control del tráfico, el método típico de control MBC de las señales de tráfico incluye el algoritmo de control de señales de tiempo de recorrido (CTR), el control de modelo predictivo, el proceso de llegada-descarga y el control de respuesta de almacenamiento-adelante. El algoritmo de control de señales del proceso de llegada-descarga se basa en la programación dinámica y la optimización de la política de señales se realiza utilizando una determinada medida de rendimiento que incluye retrasos, longitudes de colas y ratios de almacenamiento de colas. El control de almacenamiento y respuesta hacia adelante utiliza datos de monitorización en tiempo real del flujo de tráfico de llegada y salida para simular el movimiento del pelotón de vehículos y realizar el control predictivo.

En función de los diferentes objetivos de control, el método de control MBC de las señales de tráfico puede dividirse en un método de control coordinado basado en el índice de rendimiento global y un método de control coordinado basado en la banda de onda verde. El método de índice global, representado por TRANSYT, considera el retraso, el número de paradas y la longitud de las colas para obtener la mejor eficiencia global de la red. El método de banda de onda verde está diseñado para maximizar el número de pelotones sin paradas de la línea principal, y el método típico de control coordinado arterial basado en la banda de onda verde incluye el método de banda de onda verde máxima MAXBAND y el método de banda de onda verde múltiple con ancho de banda variable MULTIBAND.

4.1.7.3.2. Método de control autoadaptativo del tráfico basado en la computación inteligente

En los últimos diez años, la tecnología de computación de inteligencia artificial simula el razonamiento humano y el proceso de aprendizaje y controla la estrategia de control óptima en el proceso de interacción entre el controlador de tráfico y el entorno vial. La lógica difusa, los algoritmos de inteligencia de grupo y el control de redes neuronales dominan los numerosos métodos de control del tráfico basados en la informática inteligente.

4.1.7.3.2.1. Lógica difusa

El control difuso de la señal de tráfico urbano es una de las soluciones connotativas eficaces para resolver el problema del tráfico urbano. Un control de lógica difusa para el funcionamiento integrado de la señal de un intercambiador en forma de diamante y su medidor de rampa, con el fin de mejorar los flujos de tráfico en las calles.

Este intercambiador en diamante de lógica difusa consta de tres módulos: el módulo de temporización difusa de fases (FPT), que controla la extensión del tiempo verde de la fase actual; el módulo de selección lógica de fases (PLS), que decide la siguiente fase basándose en la secuencia predefinida de fases o lógica de fases; y el módulo de medición difusa de rampas (FRM), que determina el tiempo de ciclo del medidor de rampas basándose en los volúmenes de tráfico actuales y en las condiciones de las calles de superficie y las autopistas.

4.1.7.3.2.2. Red neuronal

El controlador de la red neuronal crea la temporización óptima basándose en la detección en tiempo real de la información del sistema de tráfico y de las condiciones meteorológicas.

Un nuevo marco de control basado en la noción de procesos de Markov controlados, que tienen en cuenta explícitamente la incertidumbre en las condiciones de tráfico previstas y el rendimiento del sistema. A diferencia de los enfoques tradicionales de control óptimo, la función objetivo puede incluir estadísticas generales del rendimiento aleatorio del sistema, como la media, la desviación estándar o el percentil 95.

4.1.7.3.3. Revisión de los métodos actuales de control autoadaptativo del tráfico

Desde que el desarrollo revolucionario de la tecnología de la información del tráfico proporciona al sistema de control del tráfico urbano una gran cantidad de datos que implican información como los cambios de estado del sistema y el control del proceso, los investigadores empezaron a pensar en los métodos de control del tráfico basados en datos, como por ejemplo, cómo utilizar eficazmente estos datos en la condición de carecer de un modelo preciso de un sistema controlado para lograr el control óptimo del sistema y del proceso de producción y así superar los defectos del método tradicional MBC.

El problema más crítico es que el método de computación inteligente no tiene capacidad de aprendizaje autónomo, que necesita la red neuronal y la lógica difusa para aumentar el módulo de optimización de la fase, por lo que puede aumentar mucho la complejidad computacional del agente.

4.1.7.4. La tendencia de desarrollo futuro del sistema de control de señales autoadaptativo del tráfico

4.1.7.4.1. Control de aprendizaje por refuerzo basado en el método de los datos

La aplicación a gran escala de tecnologías emergentes, como la información de vídeo, el vehículo de sondeo, el vehículo conectado y el vehículo autónomo en el sector del transporte, ha roto el modo de recopilación de datos de tráfico existente. El aprendizaje por refuerzo, como método iterativo típico “sin modelo y de autoaprendizaje” basado en datos, es aplicable al control regional del tráfico basado en el aprendizaje por refuerzo multiagente. El controlador que adopta este método tiene la capacidad de percibir el estado del entorno y seleccionar la acción óptima según el objetivo.

El aprendizaje por refuerzo sólo juzga y evalúa las ventajas y desventajas de los cambios de los estados ambientales después de seleccionar la acción a través de las señales de refuerzo obtenidas por la percepción del entorno, en lugar de intervenir con el procedimiento de generación específico. El algoritmo de aprendizaje por refuerzo puede adquirir conocimiento en el proceso de toma de decisiones y evaluación y equilibrar la explotación y utilización del conocimiento para lograr una estrategia óptima.

4.1.7.4.2. Investigación sobre el control del tráfico basado en la optimización adaptativa del rendimiento

Basado en métodos bien conocidos de la teoría de control automático, el UTC permite el control coordinado de señales sensible al tráfico de redes urbanas a gran escala que es particularmente eficiente en condiciones de tráfico saturado. Los esquemas de optimización adaptativa basados en los principios de aproximación estocástica tienen la grave desventaja de no garantizar un comportamiento transitorio satisfactorio debido a su requisito de utilizar perturbaciones aleatorias o de tipo aleatorio del vector de parámetros.

4.1.7.4.3. Investigación sobre el control del tráfico basado en el entorno de los vehículos conectados y los vehículos automatizados

Los vehículos multimodales formados por RV (vehículos normales), CV (vehículos conectados) y AV (vehículos automatizados) desarrollan un flujo de tráfico multimodal persistente que cambia la composición del tráfico de la red vial urbana.

La estrategia de control de tráfico adaptativo tiene como objetivo responder a la demanda de tráfico en tiempo real mediante el modelado de datos de flujo de tráfico actual y futuro. En comparación con la información sobre el flujo de tráfico y la ocupación proporcionada por el detector de bobina fija en el entorno de tráfico tradicional, el sistema de control de tráfico adaptativo en el entorno V2X puede recoger datos más detallados como la posición del vehículo, la velocidad, la longitud de la cola y el tiempo de parada.

En el mundo real, debido a la instalación a gran escala de equipos de comunicación cooperativa de vehículo-carretera en los vehículos existentes, la aplicabilidad de diversas estrategias de optimización de las señales de tráfico se verá directamente afectada por el índice de penetración de los equipos de comunicación montados en los vehículos.

4.1.7.4.4. Una revisión del desarrollo del sistema de control autoadaptativo de señales de tráfico basado en el entorno de tráfico futuro orientado

El sistema de control de tráfico aprende de forma independiente a lo largo de todo el proceso de control, que es un tipo de control autoadaptativo de retroalimentación de bucle cerrado basado en el efecto de control. En cuanto al ámbito del control del tráfico, el algoritmo de aprendizaje por refuerzo multiagente puede realizar el razonamiento preciso de la acción conjunta óptima de la intersección con la ventaja de la tecnología de adquisición de datos de tráfico dinámico en red y de interacción. El algoritmo de aprendizaje por refuerzo en sí mismo sólo necesita los datos de entrada y salida en lugar de las formas de recogida de datos.

El sistema tiene una buena compatibilidad con los sistemas y tecnologías de control de tráfico existentes y emergentes. Al mismo tiempo, puede recoger de forma más

abundante y precisa información como la posición y la velocidad del vehículo y puede guiar directamente a los vehículos conectados y controlar los vehículos autónomos. Por lo tanto, se pueden formar cuatro modos de control, incluyendo el control de señales de tráfico, la guía de vehículos conectados, el control de vehículos automatizados y el control indirecto de vehículos convencionales a través de vehículos conectados y vehículos automatizados. (Wang, y otros 2018)

4.1.8. Control de señales de tráfico con vehículos conectados

4.1.8.1. Introducción

Los vehículos conectados permiten la transmisión inalámbrica de las posiciones, rumbos y velocidades de los vehículos para uso del controlador de tránsito. Se desarrolló un nuevo algoritmo de control de tráfico, el algoritmo de simulación microscópica predictiva, que utiliza estos datos nuevos y más sólidos. El algoritmo de control de tráfico totalmente adaptable y descentralizado utiliza una estrategia de horizonte móvil en la que la fase se elige para optimizar una función objetivo durante un período de 15 segundos en el futuro.

Para medir la función objetivo, el algoritmo utiliza una simulación microscópica impulsada por las posiciones, rumbos y velocidades actuales del vehículo. Para garantizar la privacidad de los conductores, el algoritmo no almacena ubicaciones de vehículos individuales o agregados.

Los semáforos, cuando se operan de manera eficiente, pueden permitir el movimiento seguro y eficiente de los vehículos a través de una intersección y minimizar las demoras en un corredor. Sin embargo, la mayoría de los planes de cronometraje de semáforos en uso deben ignorar o hacer suposiciones sobre muchos aspectos de las condiciones del tráfico. El control de tiempo fijo, en el que un sistema de señales utiliza una secuencia estática y repetitiva de fases y duraciones diseñadas para cumplir un cierto período de tiempo, no tiene forma de detectar vehículos y, por lo tanto, depende de los volúmenes de aproximación esperados de los conteos manuales de tráfico.

Otros planes de sincronización permiten la operación acíclica, pero difieren en sus enfoques. La técnica más común es utilizar el concepto de horizonte móvil, en el que un algoritmo de control de tráfico intenta optimizar una función objetivo, como el retraso, durante un período corto en el futuro, generalmente uno o dos ciclos de duración.

Algunos ejemplos de estrategias de horizonte móvil basadas en detectores puntuales son ALLONS-D, UTOPIA, PRODYN, OPAC Y RHODES. Sin embargo, debido a que estas estrategias se basan en detectores puntuales, se ven obligados a realizar varias

estimaciones, incluidas las posiciones precisas de un vehículo después de pasar un detector, la longitud de la cola y la velocidad del vehículo.

4.1.8.2. Vehículo conectado inalámbrico. Sistemas de detección

En lugar de depender de detectores puntuales (como bucles inductivos o sistemas de detección de vídeo) que detectan sólo la presencia de vehículos en ubicaciones fijas, los sistemas de señales podrían usar datos transmitidos de forma inalámbrica desde sensores en vehículos equipados hasta el controlador de señales. La lógica de control de semáforos tendría acceso a muchas medidas como la velocidad de los vehículos, las posiciones, las tasas de llegada, las tasas de aceleración y desaceleración, la longitud de las colas y el tiempo de detención.

4.1.8.3. Control de señales de tráfico mediante ubicaciones de vehículos individuales

Un algoritmo de horizonte rodante que utiliza comunicaciones de vehículo a infraestructura y que se basa en el estándar busca minimizar la longitud de cola mediante la optimización de las fases en intervalos de 5 segundos en un horizonte de 20 segundos mediante el uso de técnicas de programación dinámica y enumeración completa en un sistema acíclico descentralizado.

Hasta la fecha, ninguna investigación ha investigado el uso de la simulación microscópica como herramienta para estimar las condiciones futuras en un algoritmo de horizonte rodante en un entorno de vehículo conectado sin reidentificación del vehículo.

4.1.8.4. Descripción del tráfico propuesto. Algoritmo de control de señal

El algoritmo de control de semáforos propuesto en este documento, denominado algoritmo de simulación microscópica predictiva (PMSA), se desarrolló para lograr los siguientes tres objetivos:

- Para igualar o mejorar significativamente el desempeño de un sistema coordinado accionado en el estado de la práctica.
- Responder únicamente a las demandas en tiempo real y, por lo tanto, eliminar la necesidad de actualizaciones manuales del plan de tiempo para ajustar el crecimiento o las fluctuaciones del tráfico.
- Nunca volver a identificar, rastrear ni almacenar registros de movimientos de vehículos individuales o agregados durante ningún período de tiempo, protegiendo así la privacidad del conductor.

Para lograr estos objetivos, el PMSA utiliza un enfoque de horizonte móvil, en el que el controlador de semáforos intenta minimizar una función objetivo durante un corto período de tiempo en el futuro.

El PMSA utiliza simulación microscópica de tráfico para simular vehículos durante el período del horizonte y calcula el retraso de la función objetivo directamente a partir del comportamiento simulado del vehículo. A los efectos de esta descripción, el movimiento de una intersección se define como la trayectoria de un solo vehículo controlado y una fase se define como dos movimientos no contradictorios.

Cuando el algoritmo vuelve a calcular la fase de la señal, primero recopila una instantánea de la posición, el rumbo y la velocidad de cada vehículo equipado dentro de los 300 m de la intersección.

El tiempo verde de la nueva fase se determina a partir de la simulación del horizonte como el tiempo necesario para despejar todos los vehículos simulados con un solo movimiento. Este tiempo está ligado a un mínimo de 5 s y un tiempo máximo antes del recálculo de 15 s.

Para garantizar el buen funcionamiento de la señal, se establecen varias restricciones. Debido a que el algoritmo es acíclico y permite un salto de fase, cada movimiento tiene un tiempo máximo de rojo de 120 s. Además, para aprovechar las capacidades de detección de colas de los vehículos conectados, el algoritmo no permite que las colas bloqueen un carril de giro o de paso. Cuando se detecta que un vehículo está dentro de los 40 pies de bloquear un movimiento, este tiene prioridad en el recálculo de la siguiente fase.

El algoritmo funciona completamente sin bucle o detección de vídeo y sin conocimiento de la demanda esperada o memoria de la demanda pasada y está completamente descentralizado. El algoritmo no tiene comunicación con ninguna otra señal en el corredor, ya sea ad hoc o mediante temporización sincronizada.

El algoritmo no almacena ningún dato de ubicación de vehículos, ya sea volúmenes agregados o trayectorias de vehículos individuales, una vez determinada la siguiente fase.

4.1.8.5. Función objetivo de variable única

El algoritmo intenta optimizar alguna función objetivo en un intervalo de 15 s. Las pruebas iniciales se centraron en un retraso acumulativo del vehículo de una sola variable. Aunque estaba descentralizado, el algoritmo produjo un flujo coordinado.

Debido a que el PMSA no requiere conocimiento de demandas históricas de tráfico, tiene la ventaja de responder a demandas inesperadas debido a incidentes con un tiempo de transición mínimo en comparación con el requerido para un plan de hora del día para evaluar.

Cuando el PMSA estaba operando con una tasa de penetración de vehículos 100% equipados, pudo responder instantáneamente al aumento de la demanda, sin intervención externa de los operadores ni comunicación con la infraestructura vial o las señales cercanas. Con el aumento de volumen inesperado, el PMSA produjo mayores beneficios que las mejoras del PMSA de un sistema accionado coordinado sincronizado correctamente.

Otra causa común de la congestión es el tiempo deficiente de la señal, que la FHWA estima que es responsable del 5% de toda la congestión. Si no se aborda el crecimiento del tráfico anual, puede abrumar rápidamente un plan de tiempo y conducir a un rendimiento deficiente. (Goodall, Smith y Park 2013)

4.1.9. Un nodo sensor seguro habilitado para IoT para la gestión de semáforos

4.1.9.1. Introducción

Un sistema de semáforos es una solución eficaz para combatir la congestión y los accidentes en las intersecciones. El sistema se compone de varios semáforos gestionados por un controlador semafórico. Existen tres tipos de semáforos: de ciclo fijo, semiautomáticos y de accionamiento total.

El semáforo de ciclo fijo se ha vuelto muy ineficaz debido al creciente número de vehículos de carretera y a los largos flujos de tráfico que compiten entre sí.

En el sistema semiautomático, el semáforo de la arteria se mantiene en verde la mayor parte del tiempo. El semáforo cambia a color rojo en función del número de vehículos detectados en la carretera secundaria. La detección puede realizarse mediante un bucle inductivo, un sensor magnetorresistivo anisotrópico, una cámara CCTV, un radar, tubos neumáticos, un sensor ultrasónico, etc.

El sensor magnetorresistivo es una tecnología no intrusiva que ha resultado muy eficaz para su despliegue a gran escala. El sensor funciona bien en diversas condiciones climáticas, es fácil de instalar y es barato. El sensor puede utilizarse para contar el número de vehículos, para estimar la velocidad del vehículo en movimiento, para clasificar los vehículos, para determinar el tiempo de ocupación o para detectar la presencia de un vehículo.

El sistema de semáforo semiautomático funciona bien en una intersección con un flujo de tráfico bajo de la calle menor, sin embargo, en un flujo de tráfico pesado, un sistema totalmente automático es la solución adecuada. Para hacer más eficiente la gestión de los semáforos, se puede utilizar un sistema de semáforos en red, NTLS. El NTLS permite al controlador de tráfico compartir el estado del tráfico en las intersecciones y coordinar su

funcionamiento para la onda verde. Sin embargo, el NTLS comercializado actualmente adolece de varios fallos de seguridad a nivel de la red, del controlador de tráfico y de los sensores de los vehículos.

4.1.9.2. Sistema de semáforos en red

El sistema comercial de semáforos en red (NTLS) está compuesto por las siguientes entidades, que quedan representadas en la figura 2:

- Un sensor magnetorresistivo.
- Un punto de acceso (AP).
- Un repetidor.
- Un micro radar.
- Una radio con protocolo de puerto serie.
- Una tarjeta controladora del punto de acceso.
- Una tarjeta de cierre de contactos.
- Una caja de acceso.

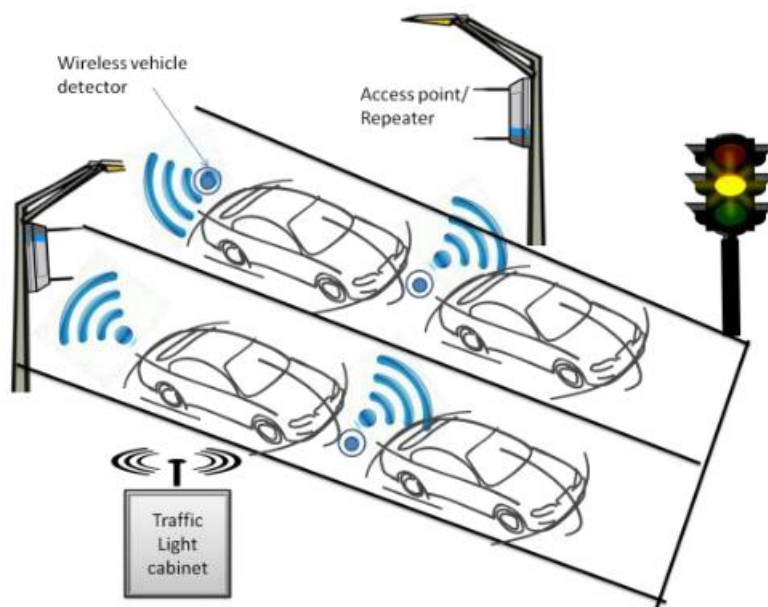


Figura 2. NTLS disponibles en el mercado

El sensor inalámbrico es la piedra angular del NTLS. El sensor se utiliza para detectar la presencia y el movimiento de los vehículos. Está enterrado en el pavimento de la carretera.

El sensor es un sistema embebido con los siguientes bloques:

- 1) un sensor magnetorresistivo,
- 2) un amplificador,

- 3) un convertidor analógico-digital, A/D,
- 4) un procesado de banda base,
- 5) un transceptor de radio, y
- 6) una batería.

4.1.9.3. Nodo sensor para el NTLs

El nodo se compone de un sensor magnético anisotrópico (AMR), un microcontrolador, una batería y un módulo de comunicación. El nodo puede utilizarse para detectar la presencia y el tiempo de espera del vehículo (modo de parada) o puede utilizarse para contar el número de vehículos que van en una dirección determinada.

En caso de que el campo magnético sea mayor que un umbral determinado, significa que un vehículo está pasando por encima del sensor o se ha detenido sobre él. Esta condición se determina comparando el tiempo de subida y el tiempo de bajada. Un vehículo se detecta en modo de parada si el tiempo de caída es mayor que el tiempo de subida en al menos 10 segundos. (Dhaou 2021)

4.1.10. Prioridad del autobús en los semáforos

4.1.10.1. Tipos de prioridad

4.1.10.1.1. Prioridad pasiva

Los sistemas “pasivos” se aplican a aquellos en los que los tiempos de las señales se ponderan o se vuelven a optimizar para tener en cuenta los flujos de tráfico que contienen flujos de autobuses importantes.

Aunque no se requiere infraestructura para tales sistemas, se cree que estas instalaciones no se utilizan ampliamente ya que los beneficios percibidos son, en el mejor de los casos, modestos.

4.1.10.1.2. Prioridad activa

En la prioridad “activa”, la prioridad del autobús se da haciendo que la señal de tráfico responda a la llegada de cada autobús detectado en la aproximación.

Las “estrategias” de prioridad de bus se refieren, aquí, a las diversas formas en que los métodos de prioridad de bus anteriores se pueden utilizar para beneficiar a los autobuses.

- **Prioridad a todos los autobuses**

Todos los autobuses son elegibles para prioridad independientemente de si llegan tarde o no. Esta estrategia ha sido denominada de “velocidad máxima”, en el proyecto PRISCILLA, ya que el objetivo es aumentar la velocidad de circulación de todos los autobuses. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que cuando los flujos

de autobuses son altos, la prioridad a un gran número de autobuses puede retrasar a otros, por lo que no se alcanza necesariamente la velocidad máxima.

Los inconvenientes para el tráfico en general se pueden reducir mediante:

- Restringir / deshabilitar la recuperación de señales de tráfico en cruces donde los niveles de flujo de tráfico general son altos o donde el grado de saturación del tráfico es alto.
- Aplicar prioridad total solo donde los flujos de autobús se encuentran en niveles bajos o medios.

- **Prioridad de autobús diferencial / condicional**

La prioridad se puede orientar a los autobuses que cumplan con criterios predefinidos diseñados para servir objetivos políticos particulares. Una estrategia común es 'prioridad solo a los autobuses tardíos'. Esta estrategia tiene como objetivo mejorar la regularidad de los autobuses en lugar de la puntualidad de los mismos.

4.1.10.1.3. Prioridad integrada

Reubicación de la cola

La reubicación de la cola (también conocida como medición del tráfico) es una de esas medidas en las que el flujo de tráfico se controla en los cruces de aguas arriba ajustando los tiempos de las señales para reducir la capacidad, de modo que este cruce se vuelva más crítico que el de aguas abajo. El cruce de aguas abajo es el cruce principal, mientras que el cruce de aguas arriba es el cruce medido.

Señales previas

En un cruce señalizado, se puede usar una señal previa para crear un área de avance del autobús que permite a los autobuses evitar las colas del tráfico general (retenido por la señal previa) y realizar maniobras para girar antes que el resto del tráfico.

4.1.10.2. Métodos de detección y ubicación de autobuses

Para poder brindar prioridad al transporte público se debe conocer la ubicación y poder identificar cuando el autobús se acerca a una señal de tráfico. Las opciones que existen para este proceso son las que se detallan a continuación.

4.1.10.2.1. Métodos donde solo la infraestructura está equipada

Estos métodos proporcionan detección de autobuses sin necesidad de equipos en los mismos. Un ejemplo son los bucles de "procesamiento de firmas" que pueden identificar autobuses en función de la forma de las características de salida de detección.

4.1.10.2.2. Métodos donde solo está equipado el autobús

Estos métodos permiten que los autobuses se ubiquen únicamente (o principalmente) desde el equipo a bordo del autobús. El ejemplo principal aquí es el GPS.

4.1.10.2.3. Métodos donde se equipan la infraestructura y el autobús

Un ejemplo típico de este tipo de método es el “bucle y transpondedor”, donde se equipa al autobús con un transpondedor que se comunica con un bucle inductivo colocado aguas arriba de una señal de tráfico.

Entre las diversas tecnologías de detección/ubicación de bus implementadas, los tipos comunes de tecnología de detección/ubicación que se utilizan son:

- Bucles/transpondedores
- Balizas
- GPS

4.1.10.3. Estrategias de control para prioridad de autobuses

4.1.10.3.1. Métodos de extensión y recuperación

Estos métodos se refieren a la extensión del tiempo verde, en caso de que se detecte un autobús en un acercamiento de la señal hacia el final del verde, o la recuperación de la señal verde si la señal está en rojo. Estos métodos se usan comúnmente cuando la detección está relativamente cerca del cruce.

4.1.10.3.2. Métodos de horizonte rodante

Estos métodos utilizan información de ubicación del autobús más arriba del cruce y utilizan la adaptación gradual de la aparición y duración de la etapa verde relevante para que coincida con el tiempo de llegada previsto del autobús.

4.1.10.3.3. Reordenamiento de la etapa

Una forma alternativa que se usa a menudo en los sistemas de prioridad de tranvía es asignar una etapa específica al autobús / tranvía cuando se detecta. Luego, esta etapa se inserta en la secuencia en la próxima oportunidad. Esto puede significar efectivamente ‘saltar’ o retrasar otras etapas, y puede permitir un verde repetido de una etapa de autobús / tranvía.

4.1.10.3.4. Ola verde

Esto se refiere a un sistema de prioridad intervencionista en el que se inicia un plan especial en el sistema UTC para proporcionar una secuencia de señales verdes para los vehículos prioritarios seleccionados. Esto a menudo se implementa para vehículos de emergencia, por lo que esta acción rara vez puede justificarse para el transporte público.

4.1.10.4. Arquitecturas prioritarias

En su forma más simple, la detección de autobuses en la carretera local puede proporcionar prioridad de autobús local, a través del controlador de señal local o mediante comunicaciones con el sistema UTC. En el otro extremo, puede haber una integración completa con comunicación unidireccional o bidireccional entre el autobús, el centro AVL, el centro UTC y el controlador de señal local al dar prioridad a los autobuses.

4.1.10.4.1. Comunicación de solicitud de prioridad

Una vez que se determina el requisito de prioridad, la solicitud debe enviarse al controlador de tráfico para su implementación. Luego, el semáforo cambia sus tiempos a favor del autobús que se aproxima. En términos generales, hay dos formas de solicitar prioridad para el autobús que se aproxima en un semáforo.

CENTRALIZADO (AVL-UTC)

En este método, el centro AVL (que determina el requisito de prioridad) para directamente las solicitudes al sistema UTC para dar prioridad a un autobús que se aproxima en una señal de tráfico en particular. El UTC luego calcula la posibilidad de implementar cambios en la etapa.

Esta información sobre los cambios en la sincronización de la señal se transmite luego al controlador local para que la implemente. El controlador local donde se acerca el autobús cambiará la señal de tráfico para favorecer al autobús.

DESCENTRALIZADO (AVL-AUTOBÚS-SEÑAL)

En este método, el centro AVL envía la solicitud de prioridad a un autobús que se acerca a una señal de tráfico después de determinar sus requisitos de prioridad. A continuación, el autobús se comunica con el semáforo justo antes de acercarse al semáforo para la implementación de prioridad.

La principal ventaja de un sistema descentralizado es la precisión en la estimación del tiempo de llegada del autobús a la señal. Este tipo de sistema requiere un sistema de detección para activar los enlaces de prioridad y comunicación para transmitir solicitudes de prioridad desde el autobús a la señal.

4.1.10.5. Objetivos prioritarios

Los autobuses que se aproximan a las señales de tráfico se pueden monitorear continuamente y darles distintos niveles de prioridad.

El seguimiento de la ubicación de los autobuses se realiza de forma continua mediante un sistema de localización automática de vehículos (VAL). La estrategia de

prioridad modifica la cantidad de autobuses que se eligen para darles prioridad (según el criterio de retraso) y cuánta prioridad pueden obtener (según el nivel de prioridad asignado). Por lo tanto, se puede implementar una estrategia prioritaria dirigida a uno de los siguientes objetivos:

- Ahorro de tiempo de viaje en autobús: Una ruta más corta puede resultar beneficiosa para los autobuses en comparación con el tráfico general. Según este caso hipotético que dará los máximos niveles de prioridad a todos los autobuses, proporcionará mejores resultados.
- Regularidad / puntualidad de autobuses: La puntualidad es la medida que muestra los porcentajes de autobuses a tiempo teniendo en cuenta la tolerancia aceptada. La regularidad es la medida que muestra la variación en los intervalos en comparación con el intervalo programado.
- Beneficio económico total: El beneficio se calcula sobre la base del rendimiento de los autobuses y el resto del tráfico en un cruce.

4.1.11. Ejemplos de prioridad de autobuses en los semáforos

4.1.11.1. Aalborg, Dinamarca

Como se representa de forma esquemática en la figura 3, el servidor AVL tiene una vista completa de todos los autobuses en las rutas y si están dentro del horario. Si un autobús se retrasa, el servidor AVL puede solicitar prioridad al siguiente semáforo de la ruta para evitar retrasos adicionales o, si es posible, recuperarse.

El semáforo puede aceptar o rechazar una solicitud de prioridad según el estado de la señalización y el volumen de tráfico en las direcciones de cruce.

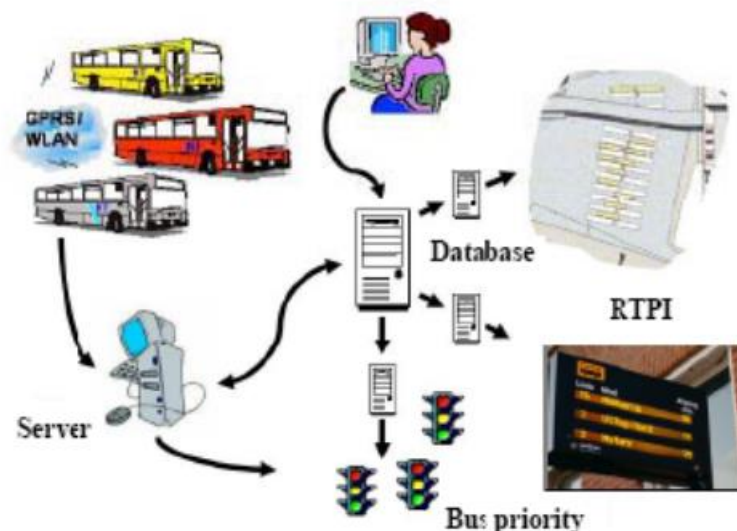


Figura 3. Aplicación de ITS en el transporte público de Aalborg

Según el estudio, una estimación aproximada del impacto de todo el sistema de prioridad de autobuses es un ahorro de tiempo de viaje diario de 15-20 minutos en cada una de las 51 señales con prioridad de autobús o un total de aproximadamente 15 horas ahorradas por día.

4.1.11.2. Brighton y Hove, Reino Unido

Brighton y Hove tienen un sistema de información de pasajeros en tiempo real y prioridad de autobús basado en GPS. El sistema proporciona prioridad a los autobuses en ocho uniones señalizadas controladas por SCOOT. La prioridad se limita solo a los autobuses que llegan tarde, tal y como se muestra en la figura 4.

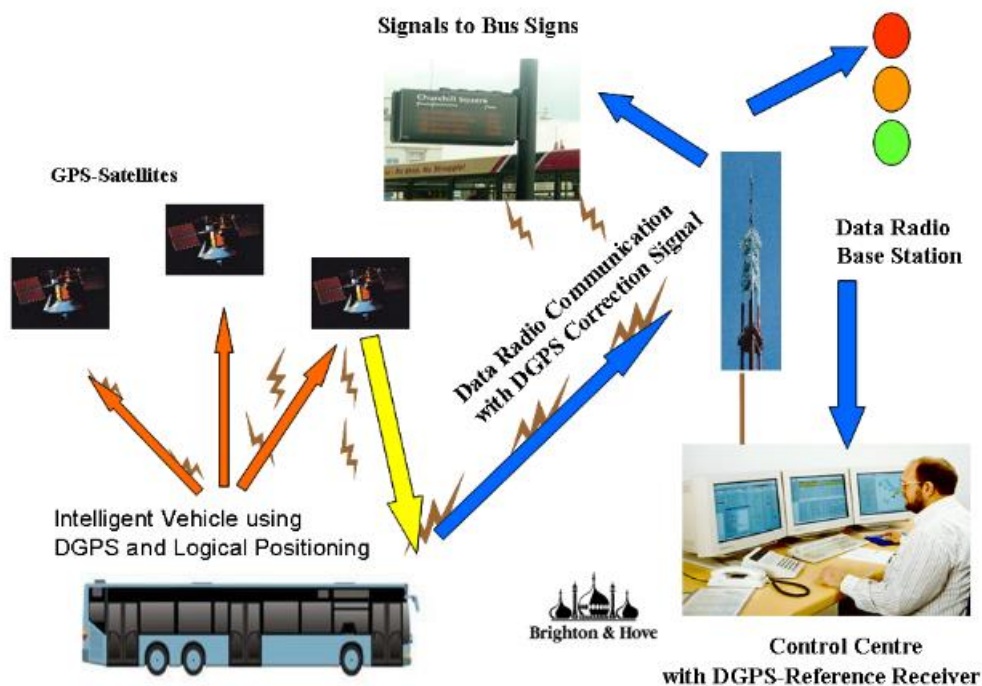


Figura 4. Sistema de prioridad de bus en Brighton

4.1.11.3. Cardiff, Reino Unido

Los cruces fueron controlados bajo el sistema SCOOT UTC donde la prioridad del autobús fue proporcionada por el método de extensiones y retiros.

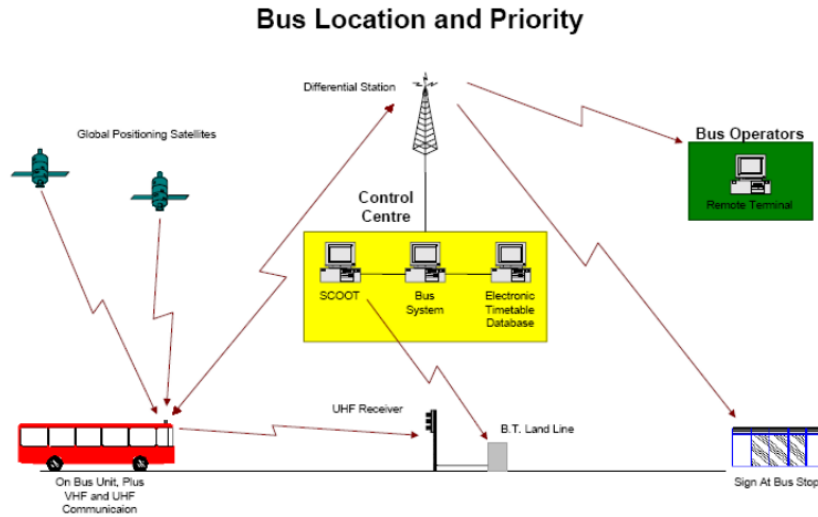


Figura 5. Ubicación del autobús y sistema de prioridad en Cardiff

La prioridad del autobús se activa cuando se detecta un autobús (figura 5) dentro de una zona de detector virtual predefinida almacenada en la computadora de a bordo. A continuación, se da prioridad a un autobús con un nivel de prioridad predeterminado teniendo en cuenta su retraso. El sistema también tiene el potencial de implementar diferentes niveles de prioridad según el retraso y la carga de pasajeros.

4.1.11.4. Génova, Italia

El sistema de Control de Tráfico Urbano (UTC) en Génova se conoce como SIGMA, que actualmente se basa en una arquitectura de tres niveles: centro de control, seis controladores de área y 113 unidades multifunción ubicadas en las intersecciones. El sistema de autobuses se basa en: equipo GPS, un enlace de radio UHF entre los autobuses y el centro de control del autobús. El sistema de prioridad de autobuses en Génova, iniciado en 1992, se ha mejorado aún más en el marco de diferentes proyectos financiados por la UE, como EUROSOCPE, URBAN-ZENIT y PRISCILLA, el cual se muestra en la figura 6.

Los resultados anteriores del sistema de prioridad mostraron una reducción de los tiempos de viaje de los autobuses en el rango del 7 al 10%.

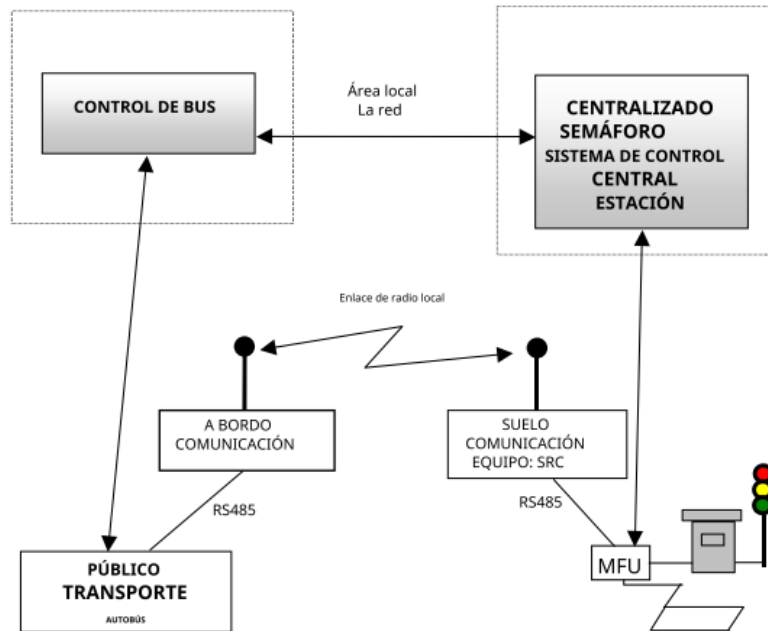


Figura 6. El sistema PRISCILLA en Génova

El sistema de prioridad de autobús en Génova consta de las siguientes partes: AVM, UTC y transmisión de datos.

4.1.11.5. Ginebra, Suiza

La gestión de las prioridades de semáforo es descentralizada: el vehículo se comunica directamente con el receptor de semáforo sin interfaz de un sistema. Con la mayor frecuencia posible, el vehículo tiene la prioridad absoluta para atravesar el cruce sin detenerse.

El administrador de los semáforos gestiona una base de datos que contiene todas las llamadas de los semáforos de la red. Las llamadas se programan de acuerdo con la distancia entre el vehículo y la siguiente parada. Cuando el vehículo está en línea, de acuerdo con su posición y el valor de la distancia de la siguiente parada, el sistema de a bordo envía el mensaje correspondiente. Luego se comunica a la radio de a bordo y finalmente se transmite al receptor analógico de tierra.

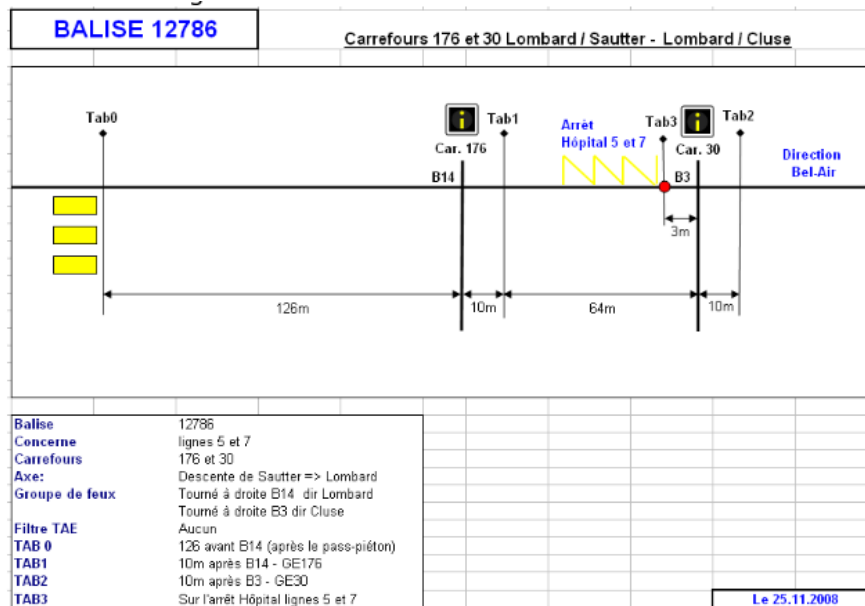


Figura 7. Un ejemplo de proceso de prioridad de bus en Ginebra

En la figura 7, el primer mensaje se envía después del paso de peatones, el segundo después del primer semáforo, uno sobre el cierre de la puerta y el último indica el paso del autobús y finaliza la prioridad. Los datos operativos se recopilan de todos los vehículos todos los días mediante una conexión wifi.

4.1.11.6. Glasgow, Reino Unido

El sistema comprende principalmente: un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) basado en satélites para localizar autobuses; y un sistema de control de tráfico urbano (SCOOT) para dar prioridad a los autobuses a través de las señales de tráfico de la ciudad.

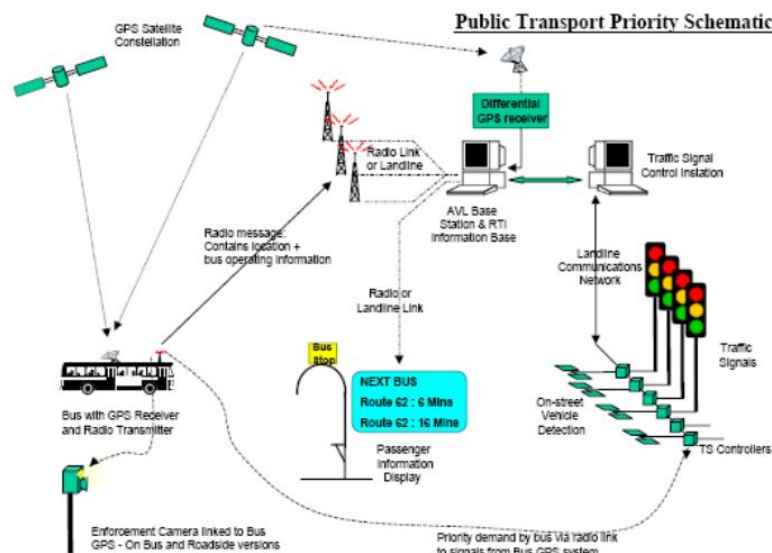


Figura 8. Sistema de señalización e información de Glasgow (BIAS)

Cada autobús equipado con BIAS, como se puede ver en la figura 8, tendrá una unidad de computadora a bordo (OBU) que se interconecta con la máquina expendedora de boletos del autobús, el odómetro del vehículo y un receptor de GPS.

4.1.11.7. Gotemburgo, Suecia

La prioridad se proporciona mediante técnicas heurísticas que no tienen en cuenta la congestión del tráfico. Las etapas especiales se activan tan pronto como sea posible cuando se detectan vehículos prioritarios en los enlaces entrantes, generalmente 15-20 segundos antes de la línea de parada. Luego, la intersección vuelve a coordinarse.

Las comparaciones de UTC adaptable que incorporan prioridad de autobús / tranvía con control de tiempo fijo, indicaron reducciones en los tiempos de viaje del transporte público del 13 al 15%.

4.1.11.8. Helsinki, Finlandia

HeLMi (Prioridad de Señales de Transporte Público e Información de Pasajero de Helsinki) proporciona varias funciones telemáticas de transporte público, como información de pasajeros en tiempo real, prioridad de autobuses y tranvías en las señales de tráfico y monitoreo de horarios. El sistema HeLMi se basa casi exclusivamente en la comunicación inalámbrica. La configuración del sistema de HeLMi se muestra en la figura 9.

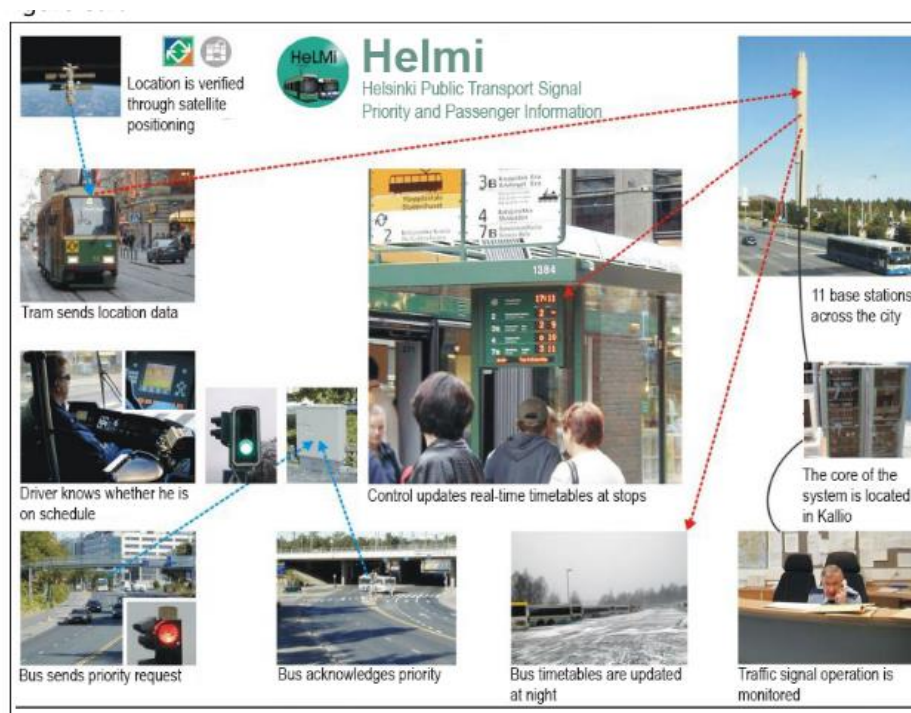


Figura 9. Configuración del sistema de prioridad de bus de Helsinki (HeLMi)

En la línea de autobús 23, los tiempos de viaje se redujeron en un 11% y los retrasos en los semáforos en un 48%, mientras que se observó una mejora del 20% en la regularidad y del 58% en la puntualidad.

4.1.11.9. Londres, Reino Unido

Recientemente, Londres está implementando un sistema de localización automática de vehículos (AVL) basado en GPS para la gestión de la flota de autobuses, la información de los pasajeros en tiempo real y la prioridad de los autobuses en las señales de tráfico. El sistema se conoce como iBus (figura 10).

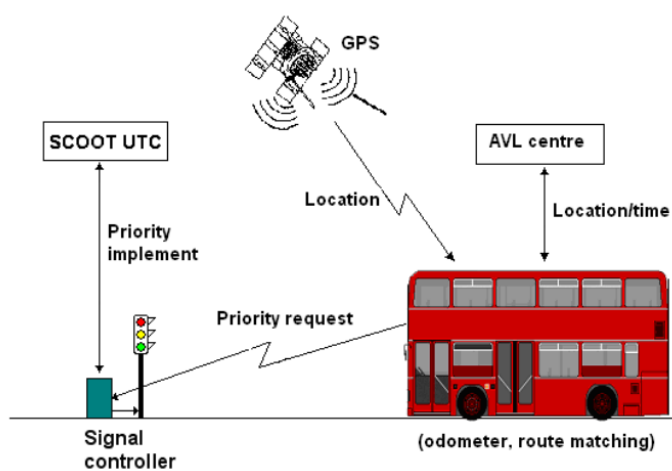


Figura 10. Representación simple de la prioridad del bus en las señales de tráfico usando iBus

4.1.11.10. Malmö, Suecia

El ordenador del autobús que gestiona la señal de destino llama a los semáforos, pidiendo prioridad.

El objetivo era mejorar el transporte público reduciendo el recorrido de los autobuses de 10 a 7,5 minutos sin aumentar el número de autobuses. Para el 2004 todos los autobuses urbanos y algunos autobuses regionales estaban equipados con GPS y computadoras que se comunican con los semáforos.

4.1.11.11. Nantes, Francia

La prioridad de autobús en las señales de tráfico utiliza tecnología de bucle y transpondedor para detectar autobuses con fines de prioridad. Los semáforos dan prioridad a todos aquellos autobuses detectados en forma de extensión verde.

4.1.11.12. Praga, República Checa

En el marco del proyecto 'Trendsetter', se implementó en Praga un control de señales más adaptativo con un sistema de prioridad de autobús para proporcionar un flujo

más rápido y fluido del tráfico de autobuses al eliminar las pérdidas de tiempo en las intersecciones.

La medida que incluye el sistema de detección activa facilita dar prioridad a los autobuses al pasar por el cruce y se basa en una comunicación por radio entre el vehículo y el controlador de tiempo de señal. Para la localización de vehículos se utiliza una baliza de infrarrojos situada frente al cruce. El sistema de prioridad está vinculado a los horarios de líneas particulares, lo que facilita la evaluación de la ubicación en tiempo real del autobús contra el horario para determinar la diferencia horaria. Según esta, se asigna un nivel de prioridad apropiado al autobús.

4.1.11.13. Southampton, Reino Unido

El sistema de control de tráfico urbano está controlado mayormente por SCOOT y la prioridad del transporte público está basada en AVL. El algoritmo para la provisión de prioridad de autobús fue proporcionado por Siemens Traffic Controls y estaba operativo en el sistema UTC de Southampton. Proporcionó instalaciones “iguales” a todos los autobuses con “conflictos” en los cruces que se resolvieron por orden de llegada, sujeto a que se asignen extensiones verdes antes de los retiros debido a los mayores beneficios disponibles para los autobuses individuales de esta instalación.

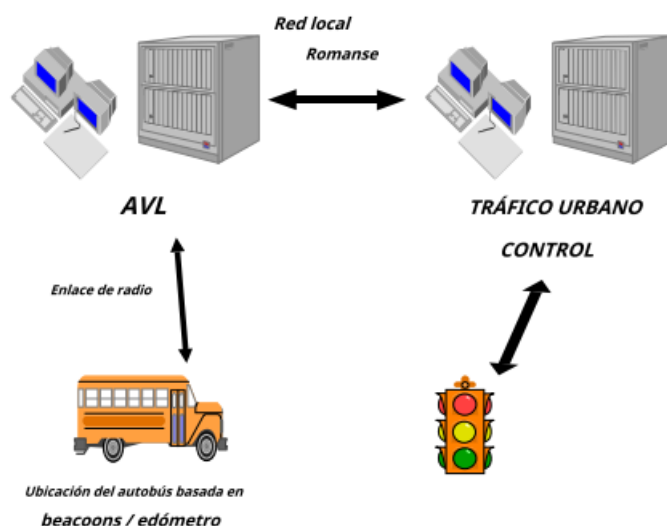


Figura 11. Configuración del sistema de prioridad de autobuses de Southampton

En la figura 11 se muestra cómo funciona el sistema de prioridad de autobuses. En el sistema de localización de autobuses basado en balizas, una computadora a bordo recogió señales de una serie de balizas en la carretera a medida que el autobús se movía a lo largo de su ruta. La computadora combinó esto con la información del odómetro para ubicar la posición del autobús con precisión a lo largo de una ruta definida. El autobús transmitía la posición conocida al centro de información de tráfico ROMANSE de

Southampton cada 15 segundos. Después se envía una solicitud a la Computadora de Control de Tráfico Urbano para dar prioridad a un autobús que se aproxima en un semáforo.

4.1.11.14. Estocolmo, Suecia

El sistema de control de tráfico urbano (UTC) en Estocolmo tiene como objetivo minimizar el tiempo total perdido por los vehículos privados y sus emisiones durante sus viajes dentro del área controlada, sujeto a la restricción de que los vehículos públicos para los cuales se ha solicitado prioridad ponderada no deben retrasarse en intersecciones con semáforos.

Con el sistema Trendsetter, Estocolmo probó otro sistema de prioridad de autobús (SPOT / UTOPIA). El nuevo sistema es adaptativo, lo que significa que “aprende” a medida que se usa.

Los resultados mostraron un flujo de tráfico aproximadamente un 5% más alto, un tiempo promedio de conducción un 10% más corto para los automóviles en el área, un tiempo promedio de conducción un 10% más corto para los autobuses y un tiempo de espera entre un 10 y un 20% más corto para ciclistas y peatones.

4.1.11.15. Stuttgart, Alemania

El sistema funciona con una técnica de infrarrojos para detectar la ubicación del vehículo y un GPS como respaldo. Una baliza infrarroja alimentada por batería se comunica con el sistema de lectura infrarroja del vehículo IRIS (Sistema de Información Infrarroja) de un autobús que pasa. Indica después de cuántos metros se deben transmitir las señales de radio desde el autobús al semáforo controlado por computadora para obtener una luz verde. El sistema registra cada autobús para priorizarlo hasta que el autobús haya pasado el semáforo.

4.1.11.16. Suceava, Rumanía

El objetivo fue mejorar la operación del autobús mediante la instalación de nuevos semáforos que funcionen en un sistema de “vía verde” utilizando la información de ubicación del autobús obtenida a través del GPS.

4.1.11.17. Toulouse, Francia

El Sistema de Gestión de Flota de Autobuses denominado SITERE se instaló en 1998 al mismo tiempo que el sistema UTC CAPITOUL II estaba en marcha.

Toda la flota de autobuses pronto estará equipada con un equipo GPS y odómetro para calcular el posicionamiento en tiempo real y una radio UHF para conectar los autobuses con el centro de control de autobuses.

La ciudad de Toulouse ha implementado un sistema basado en una arquitectura centralizada. El sistema ha sido desarrollado dentro del proyecto CENTAUR con el fin de probar y demostrar la integración de este tipo de sistema en el nuevo sistema UTC de Toulouse. En esta arquitectura de sistema, el autobús no solicita prioridad directamente al controlador del semáforo; más bien, se comunica con el sistema SITERE que envía, si es necesario, directamente una solicitud de prioridad al sistema CAPITOUL (figura 12).

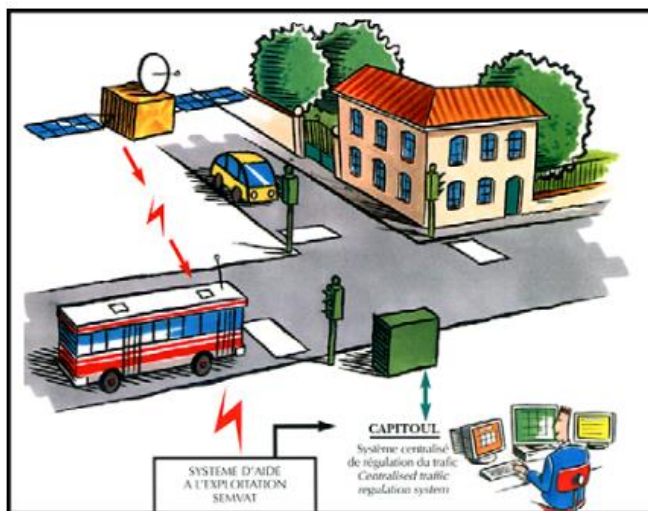


Figura 12. Arquitectura del sistema de prioridad de bus de Toulouse

En este sistema, los autobuses son monitoreados en 5-8 puntos de regulación definidos en situaciones estratégicas de cada carril bus. Cuando un autobús pasa por un punto de regulación, la hora se registra y se transmite al sistema AVL mediante el canal de radio. La comunicación entre el autobús y el sistema SITERE se basa en un protocolo de radio que agrupa mensajes cada 20 segundos. Esta información se utiliza para calcular el retraso / avance en el nivel del sistema SITERE centralizado. La información podría usarse para solicitar la prioridad del autobús en el nivel de los semáforos si un autobús se considera retrasado.

Los experimentos de 1999 mostraron una disminución promedio del tiempo de viaje en autobús de aproximadamente un 5% y hasta un 24% durante los periodos de mayor congestión.

4.1.11.18. Turín, Italia

Turín tiene un sistema UTC avanzado de respuesta al tráfico (UTOPIA / SPOT) en el que la prioridad del transporte público forma parte integral del diseño del sistema.

La mayoría de las señales de tráfico están controladas por el subsistema UTC, que puede dar prioridad a los vehículos seleccionados de acuerdo con los requisitos recibidos del AVM. Estos se basan en el “cumplimiento del horario” y la “variabilidad de los avances”,

y también se otorgan los niveles más altos de prioridad a los vehículos en carriles protegidos.

El sistema de prioridad del transporte público se basó en la tecnología AVL basada en balizas, con comunicaciones por radio (sondeo) entre los vehículos de transporte público y el centro de control que tiene el algoritmo de prioridad.

4.1.11.19. Viena, Austria

En los semáforos con instalaciones de prioridad de autobús, todos los autobuses detectados en la aproximación tienen prioridad. La prioridad se da extendiendo la hora verde actual o recordando la próxima hora verde de antes. El sistema emplea una radio de corto alcance para solicitar prioridad mediante un autobús al controlador. La decisión de dar prioridad al autobús o no la toma el controlador de semáforos.

4.1.11.20. York, Reino Unido

La prioridad a los autobuses se da en forma de carriles bus y prioridad de autobuses en las señales de tráfico. El sistema emplea GPS para detectar autobuses en las aproximaciones a las señales de tráfico y una radio de corto alcance para solicitar prioridad de un autobús al controlador. En este sistema, solo se da prioridad a los autobuses que llegan tarde.

4.1.11.21. Zúrich, Suiza

Zúrich ha implementado un sistema operativo de señales de tráfico totalmente centralizado. El sistema operativo incluye unos 14 ordenadores de proceso, 2 ordenadores de coordinación central y más de 3000 detectores en la superficie de la carretera que permiten una conmutación de programas de señales completamente dinámica. El 'control de acceso' se implementa utilizando señales de tráfico para medir el tráfico en cualquier área de la ciudad.

El sistema de control de funcionamiento permite al Traffic Manager hallar con cada conductor y con cada pasajero, ya sea en una parada o en el autobús / tranvía. Esto es más valioso siempre que haya alguna interrupción en el servicio normal.

4.1.12. Prioridad del autobús en los semáforos: estudio de caso detallado de Londres

4.1.12.1. Desarrollo de prioridad de autobús en SCOOT

SCOOT (Técnica de Optimización de Compensación de Ciclo Divido) es un sistema líder de control de tráfico urbano (UTC) que responde al tráfico. Se puede dar prioridad 'pasiva', que no diferencia entre vehículos, a enlaces o rutas utilizando ponderaciones divididas y compensadas. Se puede dar prioridad 'activa' a autobuses individuales:

extensiones para evitar que un autobús se detenga al comienzo del rojo y recupera el inicio del autobús verde antes de lo normal.

El beneficio para los autobuses que se obtiene al proporcionar prioridad SCOOT sin saltos de etapa varía considerablemente y depende del alcance para aumentar o disminuir la longitud de las etapas de señal. Se consiguen reducciones del retardo de hasta un 50% cuando el grado de saturación es bajo. Mientras que, a altos grados de saturación, la reducción del retardo es del orden del 5 al 10%.

En ensayos extensos en Londres, la reducción de la demora de alrededor de 3-5 segundos por autobús por cruce es típica. El aumento de la demora en el tráfico general depende igualmente del grado de saturación. El número de autobuses a los que se da prioridad también es un factor importante, especialmente en los grados más altos de saturación. El beneficio por autobús disminuye a medida que aumenta el flujo de autobuses, debido a llamadas de prioridad en competencia o en conflicto.

La prioridad activa requiere que SCOOT sea informado de la presencia de un autobús, ya sea mediante detectores selectivos de vehículos, es decir, utilizando bucles de autobús y transpondedores en los autobuses, o mediante un sistema de localización automática de vehículos (AVL). Los sistemas de información y gestión de autobuses, como iBus, que utilizan la tecnología GPS para rastrear los autobuses a través de la red, también se pueden utilizar para proporcionar prioridad de autobús en SCOOT. Una gran ventaja de estos sistemas es que pueden proporcionar detección de autobuses sin la necesidad de instalar hardware de calle adicional.

La lógica de prioridad del autobús en SCOOT se ha mejorado para permitir múltiples puntos de detección en las proximidades a las señales de tráfico, incluido un detector de cancelación cuando el autobús pasa por el cruce.

Todas estas técnicas están controladas por parámetros establecidos por el usuario para evitar que la prioridad cause demoras adicionales no deseadas a otros vehículos. Estas diferentes técnicas se describen con más detalle en las siguientes secciones.

4.1.12.1.1. Detección del autobús

El software del núcleo de SCOOT permite que los autobuses sean detectados por detectores de vehículos selectivos, es decir, utilizando bucles de autobús y transpondedores en los autobuses, o mediante un sistema de localización automática de vehículos (AVL). La mejor ubicación para la detección generalmente será un compromiso entre la necesidad de detección lo más arria posible y la necesidad de una predicción precisa del tiempo de viaje. Dependiendo de las condiciones del sitio, se recomienda una

ubicación que dé un tiempo de viaje en autobús de 10 a 15 segundos hasta la línea de parada.

4.1.12.1.2. Modelado

SCOOT modela los autobuses como si estuvieran haciendo cola con otros vehículos. Esto permite dar prioridad a los autobuses aunque otros vehículos puedan retrasarlos. También se puede modelar el efecto de los carriles bus, incluidos los que terminan antes de la línea de parada.

4.1.12.1.3. Prioridad

Los tiempos de señal se optimizan para beneficiar a los autobuses, extendiendo una señal verde actual o haciendo que las etapas siguientes ocurran antes o por salto de etapa. Las extensiones se pueden otorgar de forma centralizada o el controlador de señal se puede programar para implementar extensiones localmente en la calle.

A continuación se detalla cómo se le da prioridad a los autobuses en las figuras 13, 14, 15 y 16.

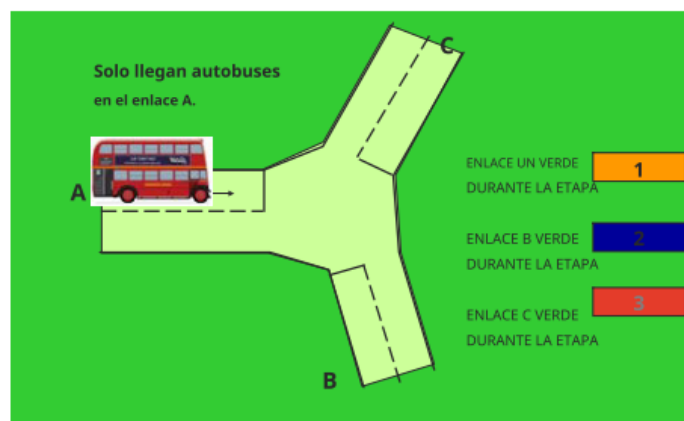


Figura 13. Unión de tres etapas

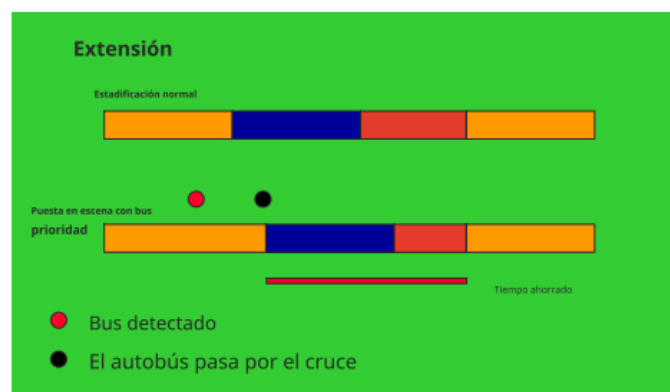


Figura 14. Extensión prioritaria

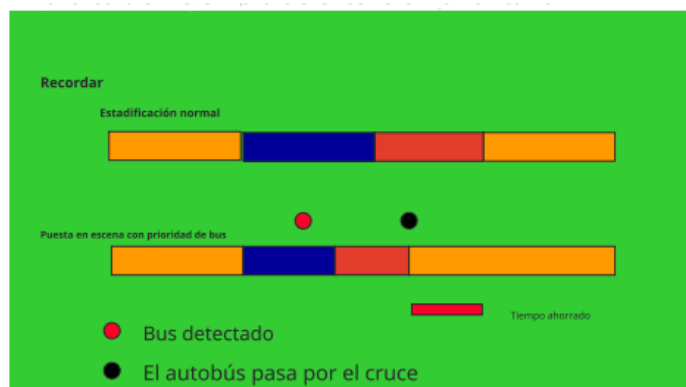


Figura 15. Recuperación prioritaria

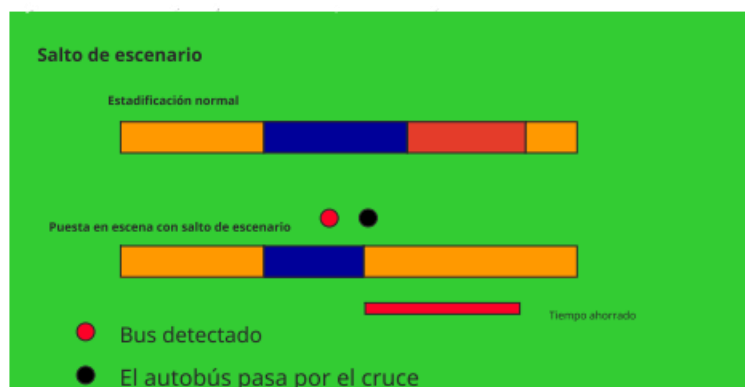


Figura 16. Salto de etapa

4.1.12.1.4. Extensión local

Las extensiones otorgadas en el controlador local en la calle pueden ser ventajosas, ya que eliminan un retraso de transmisión de 3 a 5 segundos entre la estación remota y la instalación. Eso permite que el sistema otorgue extensiones a los autobuses que llegan en los últimos segundos de verde.

4.1.12.1.5. Recuperación

Una vez que el autobús ha pasado por las señales, se produce un periodo de recuperación para que los tiempos vuelvan a estar en línea con la optimización normal del SCOOT.

4.1.12.1.6. Salto de etapa

En muchos países, incluido el Reino Unido, la omisión de etapas no es una práctica común y sus implicaciones en la seguridad deben considerarse cuidadosamente.

Los usuarios que anticipan su verde podrían quedar atrapados cuando la etapa del autobús, en lugar de su etapa esperada, se ponga en verde. Se recomienda que se cumplan los principios utilizados en los ensayos:

- Las etapas de la carretera principal no deben omitirse.
- No se deben omitir las etapas peatonales; una posible excepción es cuando la fase peatonal que se omite ocurre más de una vez por ciclo.

Cuando las restricciones están en su nivel mínimo, el salto de etapa brinda buenos beneficios en el rango de 2,5 a 6 segundos por bus por cruce, dependiendo de las condiciones de cruce y flujo. Por lo general, cuando las carreteras saltadas no están demasiado ocupadas, el ahorro adicional en el retraso, debido al salto de etapa, es de aproximadamente 4 segundos por autobús.

4.1.12.1.7. Restricciones de prioridad

Una de las principales ventajas de otorgar prioridad a través de SCOOT es que se puede controlar el grado de prioridad otorgado a los autobuses. Las extensiones y recuperaciones se pueden restringir dependiendo de la saturación de la unión.

Normalmente, los límites de saturación objetivo se establecen de modo que no se permita que la unión se sature demasiado, aunque se puede permitir cierto grado de saturación excesiva para dar servicio a una extensión.

4.1.12.1.8. Cancelar detección

Para que SCOOT dé prioridad a los autobuses, es necesario que sean detectados antes de la línea de parada. Luego, SCOOT modela el autobús que viaja por el enlace y cruza la línea de parada utilizando el tiempo de viaje configurado desde el detector hasta la línea de parada, las colas de tráfico modeladas en el enlace y el color de las señales de tráfico.

La cantidad de tiempo verde adicional está determinada por el valor del parámetro de datos de entrada BVARY. Un valor alto para BVARY garantizaría que todos los autobuses a los que se les otorgue una extensión pasarían en verde, pero proporcionarían tiempos verdes innecesariamente largos en muchas ocasiones, lo que provocaría mayores retrasos en el tráfico en las etapas opuestas. Un valor bajo de BVARY puede hacer que algunos autobuses no pasen por el verde.

El detector de cancelación permitirá terminar una extensión cuando se reciba una detección que indique que el autobús ha cruzado la línea de parada (en el caso de extensiones locales), o está cerca de cruzar la línea de parada (en el caso de extensiones centrales). Por lo tanto, será posible establecer un valor alto para BVARY que reduce la posibilidad de que un autobús reciba una extensión pero, de hecho, sea detenido por los semáforos. Esto ayudará a reducir el tiempo verde adicional innecesario otorgado a los autobuses y, por lo tanto, reducirá la interrupción del tráfico.

4.1.12.1.9. *Tiempo de viaje largo*

Si se detecta un autobús durante el tiempo verde, se puede otorgar una extensión, que se implementa extendiendo el verde actual. Por el contrario, si se detecta un autobús en rojo, se implementa una recuperación lo antes posible, con etapas que se acortan y se ejecutan en sucesión hasta que se alcanza una etapa que es verde para el autobús.

Para tiempos de viaje más cortos, la suposición es válida y da como resultado que se dé prioridad al autobús lo antes posible. Sin embargo, para viajes más largos, la suposición puede no ser válida y puede resultar en verdes muy largos o en que no se dé prioridad. Para tiempos de viaje más largos, la lógica original podría resultar en una gran cantidad de tiempo verde perdido.

La lógica SCOOT ahora se ha modificado para que funcione satisfactoriamente con largos tiempos de viaje. Esto se ha logrado mediante la introducción de un sistema de *implementación retrasada*. Esto significa que, si el autobús está demasiado lejos, retrasará la preparación de la extensión o recuperación hasta que se encuentre la etapa correcta del ciclo para que la lógica funcione correctamente, y para que la extensión o recuperación se implemente cuando puede ser utilizado por el autobús, evitando así la pérdida de tiempo verde.

4.1.12.1.10. *Prioridad predictiva*

Al detectar el autobús antes, posiblemente antes de la parada del autobús, aumentará el número de veces que se puede dar una extensión. Siempre que la variabilidad en el tiempo de permanencia de la parada de autobús no sea demasiado alta, esto debe mitigarse agregando un segundo detector aguas abajo y un detector de cancelación. El método de detección inicial del autobús antes de la parada se ha denominado “prioridad predictiva”.

El trabajo de modelado de la Universidad de Southampton mostró el potencial de prioridad predictiva. Llegaron a la conclusión de que las principales ventajas de utilizar la detección ascendente son las siguientes:

- Las extensiones centrales se pueden utilizar sin comprometer los beneficios alcanzables.
- Las extensiones tenderán a dominar sobre las retiradas, lo que implica mayores beneficios y menos interrupciones del tráfico en general.

El modelo también mostró que el uso de un detector de salida para cancelar la prioridad después de que el autobús ha cruzado la línea de parada de la señal de tráfico puede ser eficaz para reducir las demoras en el tráfico en las etapas no prioritarias.

Los resultados de la simulación mostraron que un detector secundario, justo aguas debajo de la parada de autobús, además de un detector de autobús primario aguas arriba de la parada, puede aumentar el ahorro de retraso del autobús. La principal ventaja del detector secundario es proporcionar una extensión verde adicional para que un autobús que, de lo contrario, podría perder la extensión otorgada originalmente debido a pasar más tiempo que el promedio en la parada del autobús.

4.1.12.1.11. Prioridad diferencial

La introducción de sistemas AVL como iBus permite comparar la ubicación de un autobús con un horario y, de esta manera, la prioridad puede diferenciarse por el cumplimiento del horario del autobús. “Prioridad diferencial” se refiere a proporcionar prioridad sobre la base de criterios distintos de la clase de vehículo únicamente, como el cumplimiento del horario. Las ventajas de este enfoque son:

- Al dar prioridad solo a los autobuses que llegan tarde y, por lo tanto, a un menor número de autobuses, se puede dar un mayor nivel de prioridad y se puede reducir el perjuicio para el resto del tráfico.
- Mayor mejora en la regularización del servicio y por tanto se reducirá el tiempo de espera de los pasajeros.

SCOOT tiene la posibilidad de especificar diferentes niveles de prioridad para los autobuses detectados en un enlace de acuerdo con un nivel de prioridad asociado con el vehículo individual. Para habilitar esto, SCOOT debe recibir un nivel de prioridad junto con otra información sobre la detección de un autobús. Este nivel de prioridad (o factor de importancia del autobús) se usa luego para determinar qué prioridad se le puede dar.

SCOOT puede proporcionar prioridad ya sea extendiendo la señal verde actual (una extensión) o haciendo que las etapas posteriores ocurran temprano (una recuperación). El nivel de prioridad que se puede dar se rige por los parámetros *saturación de extensión de enlace de autobús* y *saturación de recuperación de enlace de autobús*.

4.1.12.2. Sprint: prioridad de autobús en hora fija UTC en Londres

SPRINT (Técnica de Red de Prioridad Selectiva) da prioridad a los autobuses en las señales de tráfico controladas por un sistema UTC de hora fija. El sistema SPRINT se ha desarrollado en Londres, utilizando principios similares a los descritos anteriormente para SCOOT pero dentro de un entorno de tiempo fijo. El sistema da prioridad a los autobuses detectados en la aproximación extendiendo el periodo verde actual (una extensión) o recuperando el siguiente periodo verde antes (un retiro). Se puede dar

prioridad a los autobuses en términos de extensiones, retiros o ambos. Las extensiones tienen preferencia sobre las retiradas.

4.1.12.3. Desarrollos del uso del sistema AVL en la prioridad del autobús en los semáforos

El uso del sistema AVL generó oportunidades para implementar estrategias flexibles de prioridad específicas del autobús de acuerdo con el rendimiento. Uno de estos métodos es la prioridad diferencial, en la que se pueden dar diferentes niveles de prioridad a los autobuses según los requisitos de prioridad de los autobuses individuales. Estos conceptos se han implementado en Londres, por ejemplo, utilizando la arquitectura mostrada a continuación en la figura 17:

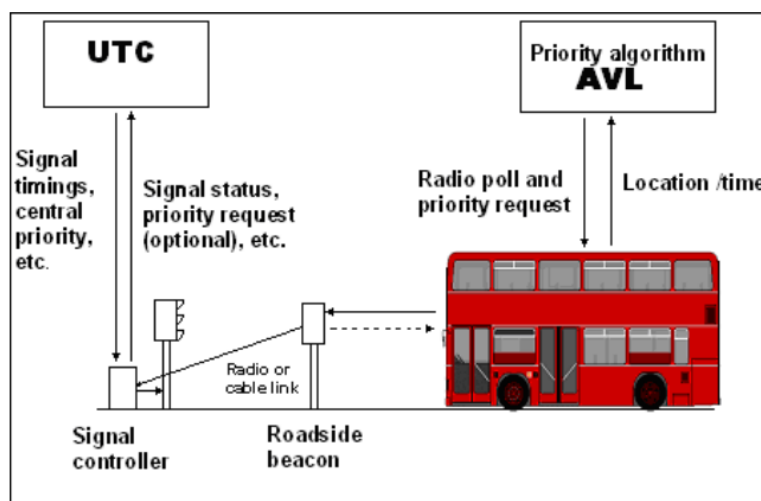


Figura 17. Arquitectura de prioridad de bus utilizado en Londres

En este caso, los requisitos de prioridad se determinan en el centro AVL y se transmiten a cada autobús a través del ciclo de sondeo normal. A continuación, esta solicitud se transmite desde cada autobús a las señales de tráfico aguas abajo a través de una baliza de carretera, y la prioridad real otorgada es controlada por el sistema de control de tráfico. Los ensayos han demostrado que se pueden lograr mejoras valiosas en la regularidad, lo que se traduce en una reducción del tiempo de espera excesivo para los pasajeros en las paradas de autobús. Otras ventajas de la prioridad diferencial son que:

- i) Los autobuses seleccionados tienden a tener una mayor carga de pasajeros;
- ii) Menos llamadas de prioridad significan que se pueden implementar niveles de prioridad más altos y/o hay menos interrupciones en el tráfico.

4.1.12.3.1. Sistema iBUS

Se trata de un sistema AVL completo basado en GPS y tecnologías de apoyo para la ubicación de autobuses y el Sistema General de Radio por Paquetes (GPRS) para la

transferencia de datos. La radio de datos del autobús utiliza GPRS para enviar la ubicación del autobús aproximadamente cada 30 segundos a un sistema informático central. Este sistema transmite la información de ubicación del autobús a los controladores de servicio que mantienen el rendimiento del autobús, como se indica en la figura 18.

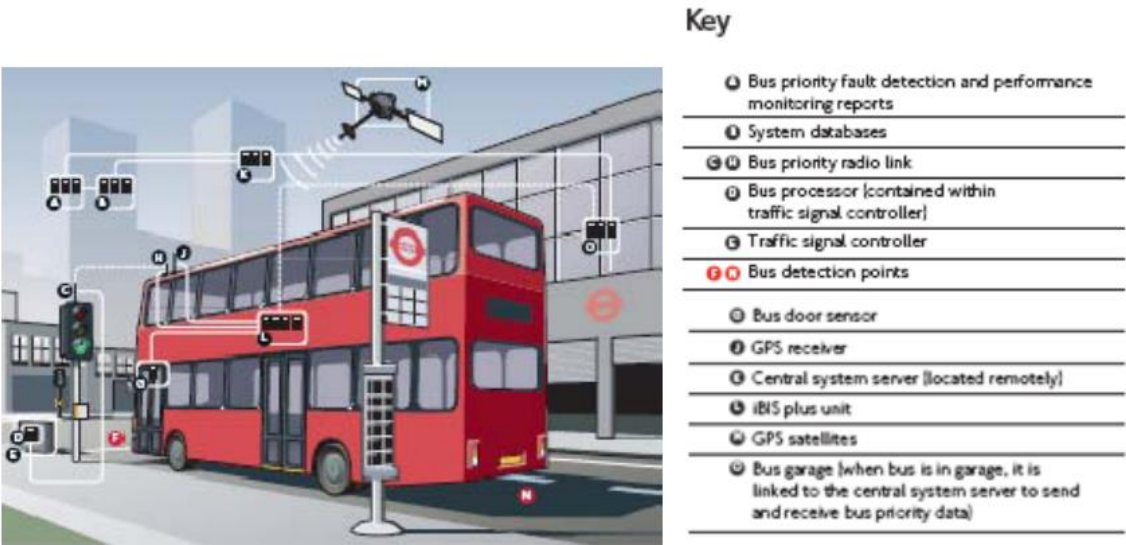


Figura 18. Sistema iBus en Londres

Para la prioridad del autobús en las aplicaciones de señales de tráfico, las ubicaciones de los detectores de autobús se configuran en la computadora de los autobuses equipados con iBus. Estos detectores también se conocen como “detectores virtuales”. Las coordenadas predefinidas del detector virtual se comparan con la ubicación del autobús obtenida del sistema de navegación en el autobús para activar una solicitud de prioridad. En la figura 19 se muestra una representación simple de la prioridad del bus en los semáforos que utilizan iBus.

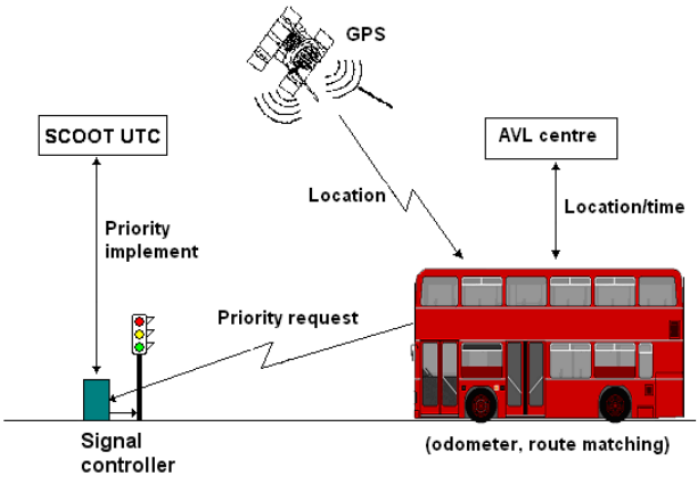


Figura 19. Representación simple de la prioridad del bus en las señales de tráfico usando iBus

El seguimiento se realiza mediante sondeos de autobuses en intervalos de 30 a 60 segundos, además de la información de la hora de llegada a una parada de autobús que envía cada autobús al salir de la misma. El centro de control utiliza la información de ubicación para actualizar las ubicaciones de los autobuses en su sistema y para calcular el avance y la desviación del recorrido del autobús (que se puede utilizar para dar prioridad diferencial a los autobuses).

Una vez que el controlador de señal recibe la solicitud de prioridad del autobús, la prioridad se implementa principalmente de dos maneras: extensiones y recuperaciones.

- 'Extensiones' es el método en el que se extiende el tiempo verde actual, si se espera que el autobús detectado, de lo contrario, simplemente pierda el periodo verde actual.
- 'Recuperaciones' es el método en el que la hora verde se recupera más rápidamente si el autobús se detecta en el periodo rojo y se espera que llegue a la línea de parada antes del inicio del siguiente periodo verde.

Una de las principales ventajas de este sistema es que elimina la necesidad de hardware en la calle para detectar autobuses y solicitar prioridad. El sistema también ofrece la posibilidad de asignar hasta cuatro puntos de detección a cada movimiento del autobús en un cruce individual.

La detección adicional se puede utilizar como un detector adicional (llamado aquí detector secundario) en la parte posterior del detector normal (llamado aquí detector) para revidar la prioridad activada por el detector primario. Esto ayudará a los autobuses más lentos a obtener una extensión adicional, que de otro modo no llegaría a la línea de parada antes del final del tiempo verde actual.

Además, el detector adicional se puede utilizar como un detector de cancelación colocado cerca de la línea de parada para reducir (cancelar) una acción prioritaria una vez que el autobús ha pasado por las señales. La cancelación de ese tiempo reduce la demora adicional al tráfico en las carreteras laterales y mejora la eficiencia de los cruces.

Se pueden obtener más beneficios de prioridad de bus cuando se implementan ambas opciones de detección además del detector normal. Esta disposición es particularmente beneficiosa cuando la parada de autobús está cerca de las señales de tráfico (<50 m), donde es probable que los beneficios de prioridad del autobús de la detección aguas debajo de la parada sean bajos. (Gardner, y otros 2009). En la figura 20 se muestra un diseño típico de estos detectores.

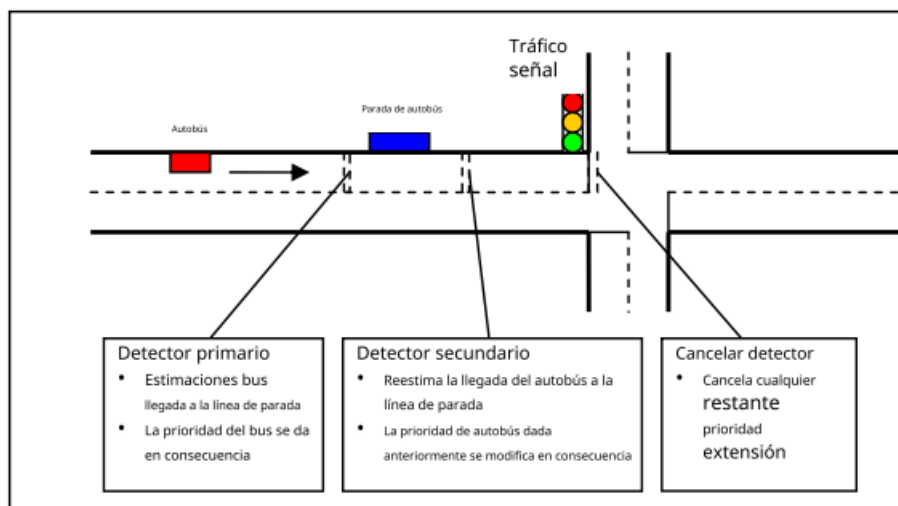


Figura 20. Diseño típico de detectores para detección múltiple

4.2. Movilidad urbana sostenible

Actualmente, el 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, y se prevé que esta cifra aumente al 68% para 2050. Esto se podría tomar como algo relativamente “positivo”, de cara a la movilidad sostenible. El modelo de ciudad podría cambiarse y hacer los desplazamientos más asequibles a las personas que caminan, así como a los ciclistas; en lugar de darle protagonismo a los desplazamientos en coche.

En un intento por frenar el cambio climático, varios países se reunieron para tratar el tema y así surgió el tratado de París. En el mismo se establece como fecha límite el año 2050 para intentar reducir a cero las emisiones de CO₂ vertidas a la atmósfera.

Actualmente hay muchas ciudades de la Unión Europea que se encuentran por encima del valor establecido, lo que llega a ser incluso perjudicial para la salud de las personas.

Los gobernantes de estos países asociados apuestan por la reducción de la emisión de gases con políticas de tráfico restrictivas, ya que se enfrentan a multas si no los cumplen.

Debido al aumento de la población y su tendencia a concentrarse en áreas urbanas, está provocando superpoblación en los núcleos urbanos, lo que conduce al aumento proporcional de los desplazamientos de vehículos.

La solución para el aprovechamiento del espacio en una ciudad no trata sobre la construcción de una nueva infraestructura vial, ya que esto no permite la reducción del tráfico de vehículos, sino que se deben dar alternativas de transporte, que reduzcan el espacio ocupado y alberguen al mayor número de pasajeros.

Aparte de las políticas restrictivas del tráfico que se aplican en muchos lugares, como puede ser la prohibición de la circulación de vehículos en los centros de las ciudades, el aumento del precio en los combustibles o de los estacionamientos, también se debería fomentar el cambio a transportes alternativos mediante campañas que inviten y animen a la población a usarlos por sus propios medios, en vez de simplemente por un tema económico, esto es lo que se llama *aplicación de medidas blandas*.

Deben introducirse incentivos como mejoras en el ámbito público y la accesibilidad para ciclistas, antes que las medidas restrictivas de automóviles. Las medidas de restricción de vehículos deben introducirse gradualmente, como la inserción de la peatonalización temporal o la reducción gradual de la oferta de estacionamiento, demostrando así los beneficios de la medida para las partes interesadas.

Un ejemplo que ilustre esta idea podría ser animar a la gente a caminar o desplazarse en bicicleta ya que no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino también para la salud. Para que esto ocurra, deberían habilitarse unas zonas adecuadas y seguras para la realización de estas actividades. Por ejemplo con alumbrado público inteligente para zonas aisladas donde por la noche exista menos tráfico y se activen con sensores al paso de personas, ciclistas o coches para evitar accidentes y ahorrar en consumo de luz. Esto debe conllevar a una sinergia con las señales de tráfico para lograr una mayor eficiencia.

Para fomentar los viajes más sostenibles, se plantea la movilidad multimodal, para la cual se vuelve imprescindible la creación de una plataforma de movilidad multimodal común para todos los ciudadanos que permita: realizar una ruta desde el punto A hasta el punto B a través de diversos medios de transporte; ser más eficientes; lograr ciudades sostenibles; y aumentar la seguridad de los pasajeros y peatones.

Para lograr y asegurar la experiencia del usuario, se precisa concienciación social, adaptación urbana, así como el uso eficiente de los datos en tiempo real. Las plataformas de movilidad multimodal son el paso intermedio necesario para el futuro de la movilidad, donde los vehículos autónomos irán ganando cada vez más peso.

Aun así, todas estas medidas no son suficientes y para que haya una mayor igualdad de oportunidades, se deberían dar ayudas para facilitar la compra de vehículos eléctricos a personas que vivan en zonas rurales alejadas de la ciudad, ya que el transporte público no llega o no funciona igual de bien en estas áreas, que en las ciudades. Y a la misma vez se debe incitar al uso del transporte público en las áreas urbanas, mejorándolo también.

Como ejemplo de esto, en Italia el gobierno concede ayudas llamadas “*bono de movilidad*” de hasta el 60% del valor de la bicicleta o de cualquier tipo de vehículo no contaminante para intentar propiciar la movilidad sostenible, ya que 2/3 de la población usa el vehículo privado como principal método de transporte.

En este país existe también el llamado “Decreto del domingo ecológico” que aplican voluntariamente los ayuntamientos y reciben una subvención. Consiste en cerrar el tráfico privado cuatro domingos al año. También se prohíbe la circulación a determinados vehículos durante unas horas, todos los jueves, durante un periodo de tres meses.

Cada ciudad distribuye entre los ciudadanos un “crédito” a la movilidad que pueden usar libremente. Los ciudadanos distribuyen sus créditos, que son como un tipo de carnet por puntos, para gastarlos en transporte público o vehículo privado. Se premian los comportamientos ejemplares de movilidad y se sancionan los onerosos.

5. CASO PRÁCTICO EN LA CIUDAD DE ALMERÍA

5. CASO PRÁCTICO EN LA CIUDAD DE ALMERÍA

5.1. Introducción

En este apartado se aplicará lo visto anteriormente en un caso práctico del distrito centro de la ciudad de Almería. Se comenzará describiendo la situación actual de movilidad y transporte público de la ciudad, así como el plan de movilidad previsto a implantar.

Posteriormente se presentará una encuesta realizada con el fin de conocer la opinión de la población respecto a la movilidad presente y futura de la ciudad. Expondremos las preguntas y describiremos la metodología empleada para ello.

A continuación se describirá la propuesta de este caso práctico, la cual trata sobre la peatonalización del Paseo de Almería; y por último, se respaldará la propuesta con una representación en planos y un presupuesto, que determine si la propuesta puede ser llegar a ser viable o no.

5.1.1. Situación de la ciudad en cuanto a movilidad y transporte público

Almería es una ciudad que se caracteriza por el fuerte uso del vehículo privado. *“Aunque actualmente no se observan problemas generalizados de congestión en la ciudad (puesto que el viario actual es capaz de soportar el tráfico), la tendencia creciente de este modo de transporte generará, a medio-largo plazo, problemas de circulación”.* (Prointec 2020)

Para evitar estos problemas, lo recomendable sería aplicar medidas tempranas y así prevenir (en la medida de lo posible), los contratiempos que produce el tráfico, a la misma vez que se pretende crear una ciudad más segura para los viandantes.

El principal medio de transporte público que existe en Almería es el autobús seguido por el taxi. La empresa encargada de la posesión del autobús es gestionada por el Ayuntamiento y se llama SURBUS. Consta de 15 líneas que recorren la ciudad, pero esto no es suficiente si se quiere lograr que los ciudadanos usen cada vez más este medio de transporte.

Las líneas de autobús terminan su recorrido antes de las 23:00 h, excepto 3 líneas que superan este horario, lo cual obliga a usar el taxi, que es un medio de transporte mucho más caro.

5.1.2. Plan de movilidad urbana sostenible de Almería

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Almería (a partir de ahora PMUS) contempla actuar desde 2015 hasta 2025 en tres fases. El Plan abarca cuatro puntos fundamentales sobre mejoras:

- Programa de mejora de la movilidad peatonal.
- Programa de fomento de la movilidad ciclista.
- Programa de mejora del transporte público.
- Programa de actuación sobre el viario y el aparcamiento.

A continuación se describe brevemente cada programa.

1) Movilidad peatonal: El objetivo general es el fomento de los desplazamientos a pie en el núcleo urbano. Los objetivos planteados son los siguientes:

- a. Mejorar la calidad urbana en las áreas más centrales, templando el viario de borde del centro histórico y retirando el tráfico de paso y la agitación del centro histórico.
- b. Mejorar la accesibilidad interna a la ciudad apaciguando el viario, revisando la adecuación y continuidad de la infraestructura peatonal en el viario estructurante.

Por un lado, se pretende mejorar la movilidad en el centro urbano mediante la restricción progresiva del uso del vehículo privado a los no residentes. Por otro, hay que favorecer las condiciones del peatón en todo el tejido urbano mediante el desarrollo de recorridos peatonales cómodos y seguros.

Estas dos principales vertientes de la propuesta para el espacio peatonal se traducen en el programa de peatonalización del casco urbano y el espacio aledaño, y en la propuesta de recorridos peatonales preferentes, que han de enlazar el centro urbano con el resto de la ciudad.

Las propuestas sobre movilidad peatonal son las siguientes:

- **Propuesta 1:** Ampliación progresiva del espacio peatonal en el centro histórico.
- **Propuesta 2:** Rutas preferentes de conexión de grandes elementos urbanos.
- **Proyecto piloto:** Propuesta de optimización peatonal de la Calle Granada.

2) Movilidad ciclista: Los carriles bici existentes, si bien son de gran calidad, no se configuran en forma de red, destacando la falta de conexión en varios puntos de la ciudad.

- **Propuesta 1:** Complementar la red del Plan Andaluz de la Bicicleta.
- **Propuesta 2:** Mejora general de puntos conflictivos sistemáticos en calzada.
- **Propuesta 3:** Señalización de itinerarios recomendados.
- **Propuesta 4:** Resolución del problema del aparcamiento de bicicletas.
- **Propuesta 5:** Cambios legales.
- **Propuesta 6:** Oficina de movilidad en la gestión de la bicicleta.

- **Propuesta 7:** Sistema de préstamo de bicicletas.

3) Transporte público: Almería cuenta con una oferta de transporte público urbano en autobús operada por la empresa SURBUS, y de servicio interurbano de transporte gestionado a través del Consorcio de Transporte de Almería. El transporte de viajeros por ferrocarril está asociado a movimientos de carácter regional (media y larga distancia) no existiendo servicios de Cercanías. Además el servicio de taxi funciona a demanda o por paradas fijas, lo que confiere un uso muy sectorizado y basado en recorridos muy marcados, como por ejemplo el Aeropuerto. Por ello, la propuesta en materia de transporte público se debe articular en el transporte colectivo terrestre, es decir, en la mejora del servicio de autobuses urbanos e interurbanos de Almería.

Las propuestas sobre el transporte público son:

- **Propuesta 1:** Implantación de un billete combinado de autobús urbano e interurbano.
- **Propuesta 2:** Construcción de un punto de intercambio modal al norte de la ciudad (en las cercanías del Complejo Hospitalario de Torrecárdenas).
- **Propuesta 3:** Líneas básicas de acción para el nuevo Plan Director de Transportes de Almería.
- **Propuesta 4:** Creación de carriles bus en las calles con mayor volumen de autobuses.
- **Propuesta 5:** Adopción de prioridad semafórica en los ejes de las líneas de autobús de alta frecuencia.

4) Viario y aparcamiento: En cuanto al transporte en automóvil, si bien no se observan problemas generalizados de congestión en la ciudad (puesto que el viario actual es capaz de soportar el tráfico), la tendencia creciente de este modo de transportes generará, a medio-largo plazo, problemas de circulación. Por lo que la mayor parte de las propuestas contenidas en el Plan van fundamentalmente orientadas a la mayoría del resto de los modos de movilidad en detrimento del uso del vehículo privado.

Las propuestas sobre el viario son:

- **Propuesta 1:** Reordenación de sentidos.
- **Propuesta 2:** Mejora de sección del viario.
- **Propuesta 3:** Construcción de un eje vial al norte del centro urbano.

Respecto al aparcamiento, tal y como se indicó en el diagnóstico, no existe un problema real en la ciudad, destacando en especial la infrautilización de

aparcamientos públicos subterráneos, y el efecto positivo en cuanto a la reducción de la ocupación del sistema de rotación formada por el ROA.

- **Propuesta 1:** Optimización del uso de los aparcamientos públicos subterráneos.
- **Propuesta 2:** Ampliación del ROA (aparcamiento en superficie).
- **Propuesta 3:** Sistema de control de acceso al centro urbano.

5.2. Encuesta a la población

En base a las actuaciones que recoge el PMUS, se ha realizado una encuesta a la población para conocer su opinión al respecto. Al igual que muchos estudios, realizar una encuesta supone una medida para hacerse una idea de la probabilidad de éxito o fracaso que se puede conseguir antes de implantar las medidas a desarrollar en cada caso.

La población objetivo a la que se pretende llegar con esta encuesta, se trata principalmente de los habitantes de la capital almeriense. Por lo tanto, al conocer la opinión de las personas, podemos hacernos una idea general del punto donde se encuentra la ciudad y la población. Con esto se hace referencia a que puede darse el caso de que la ciudad esté menos avanzada que otras ciudades del país, pero podría ser que la gente esté predispuesto a un cambio para mejorar, del mismo modo que puede ocurrir lo contrario: que la gente se niegue a cambiar.

La encuesta se realizó en febrero de 2.022 a través de Google Forms y cuenta con un total de 20 preguntas y 154 respuestas.

Las preguntas abarcan temas como la movilidad compartida, la implantación de un nuevo modo de transporte, la accesibilidad, así como la población considera correctas algunas medidas aplicadas. En las figuras de la 21 a la 40 se muestran los resultados de las votaciones de la encuesta.

De los datos proporcionados por la encuesta, se obtienen varias conclusiones. Como se esperaba, la mayoría de los encuestados usan el coche como medio de transporte principal. Un dato que sorprende es que en segundo puesto se encuentra caminar, lo cual podría potenciarse aún más para conseguir que la ciudad se vuelva más sostenible.

Los encuestados consideran que Almería no es una ciudad sostenible, pero sí que podría llegar a limitarse el uso del vehículo privado y aplicar otras medidas.

Para mejorar el transporte público, los encuestados consideran que deberían mejorar las conexiones (con un 68,8% de los votos) y los horarios (con un 62,3%)

principalmente. Acciones como estas ya están contempladas en el PMUS y se esperan llevar a cabo próximamente.

Continuando con la movilidad sostenible, consideran que los carriles bici instalados a lo largo de toda la ciudad son útiles, pero la gente no los usa lo suficiente.

En el caso de que se proporcionaran ayudas para cambiar a vehículos eléctricos, o si se dieran bonos para usar más el transporte público, los encuestados estarían dispuestos a realizar este cambio.

También consideran que Almería es lo suficientemente grande como para implantar un nuevo modo de transporte público, como podría ser el tranvía o el metro ligero.

Se obtiene que los encuestados no consideran que Almería sea una ciudad accesible para todo el mundo, y que se podrían implantar nuevas medidas para mejorar la accesibilidad de forma general.

Por último, siendo el objetivo de este caso práctico la peatonalización del Paseo de Almería, al 55,8% de los encuestados les parece correcta esta actuación.

Gracias a esta encuesta, **se puede deducir que la mayoría de la población está predispuesta a que se den cambios para convertir Almería en una ciudad más sostenible** y que vaya en concordancia con el resto de Europa para conseguir cumplir con los objetivos del Plan de Movilidad de 2.050.

A continuación se presentan las respuestas obtenidas de la encuesta:

1. ¿Qué edad tienes?

154 respuestas

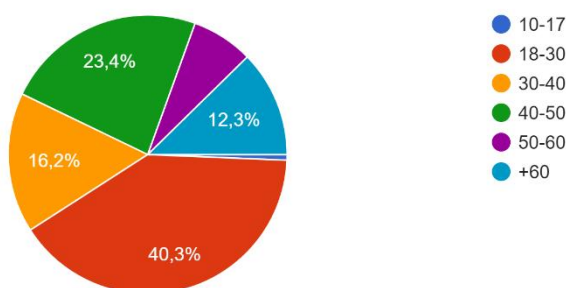


Figura 21. Pregunta 1 de la encuesta

2. ¿Qué medio de transporte usas?

154 respuestas

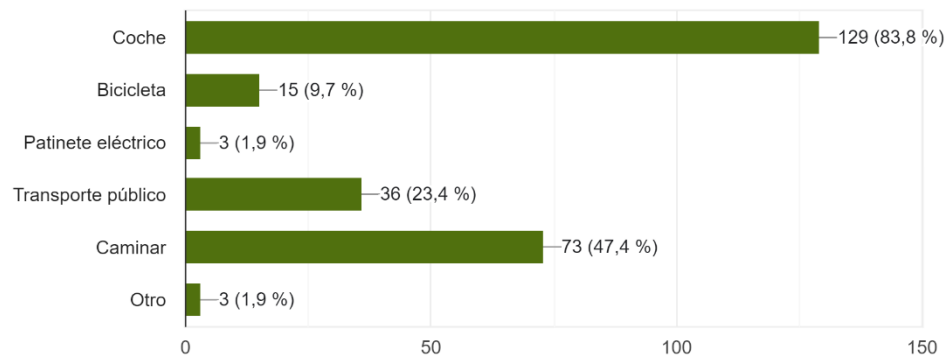


Figura 22. Pregunta 2 de la encuesta

3. Si has respondido coche, ¿tienes vehículo propio?

136 respuestas

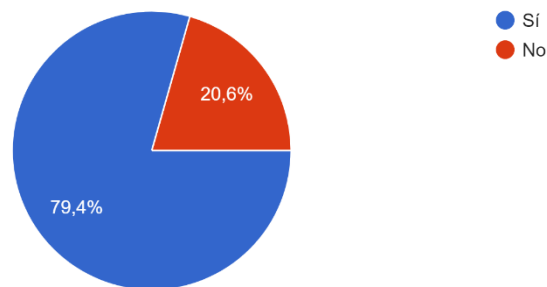


Figura 23. Pregunta 3 de la encuesta

4. ¿Cada cuánto usas el coche?

154 respuestas

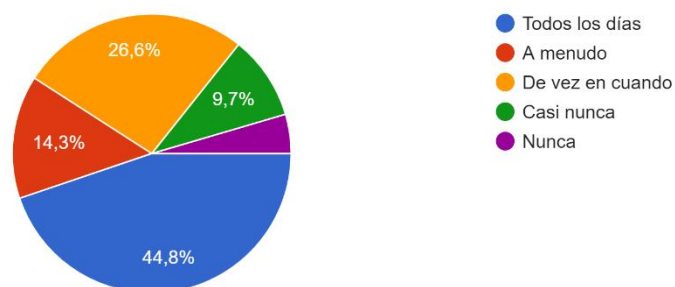


Figura 24. Pregunta 4 de la encuesta

5. "La movilidad sostenible agrupa el conjunto de desplazamientos, tanto de pasajeros como de mercancías, que se realizan reduciendo los efectos... Almería es una ciudad con movilidad sostenible?"
154 respuestas

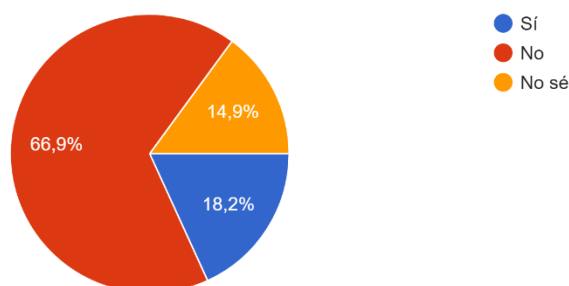


Figura 25. Pregunta 5 de la encuesta

6. ¿Crees que se podría reducir el uso de vehículos privados para conseguir una movilidad más sostenible?
154 respuestas

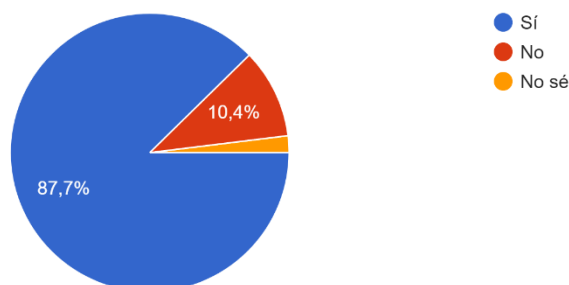


Figura 26. Pregunta 6 de la encuesta

7. ¿Qué cosas crees que deberían mejorar en el transporte público? (Seleccionar uno o varios)
154 respuestas

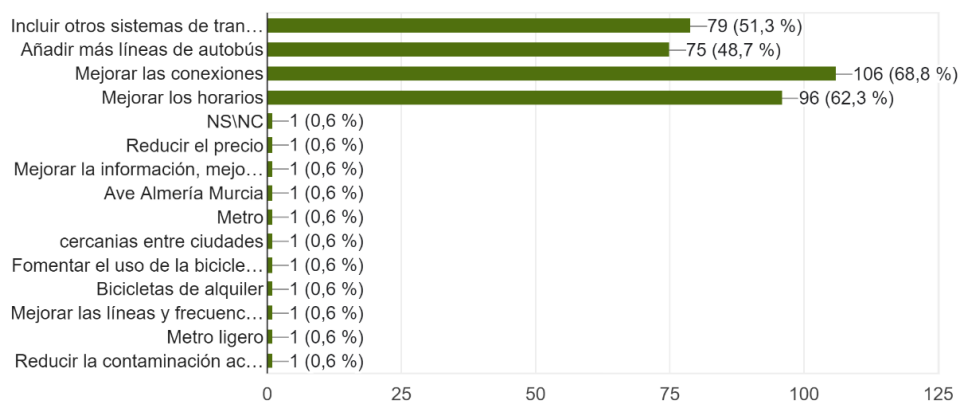


Figura 27. Pregunta 7 de la encuesta

8. ¿Crees que la gente usa lo suficiente el carril bici?

154 respuestas

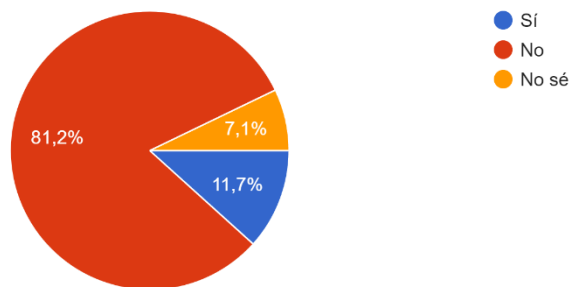


Figura 28. Pregunta 8 de la encuesta

9. En relación a la pregunta anterior, ¿piensas que es útil?

154 respuestas

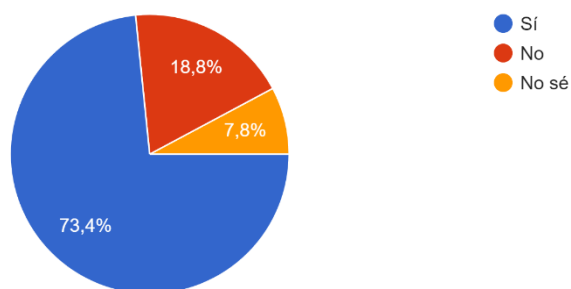


Figura 29. Pregunta 9 de la encuesta

10. En el caso de que trabajases en la capital, si tu empresa / jefe te diera un bono para usar el transporte público, ¿lo usarías?

154 respuestas

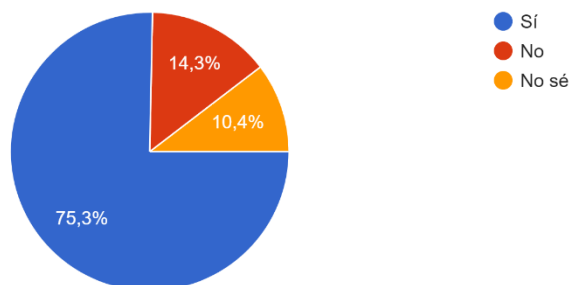


Figura 30. Pregunta 10 de la encuesta

11. ¿Optarías por un vehículo eléctrico antes que uno convencional si dieran ayudas económicas?

154 respuestas

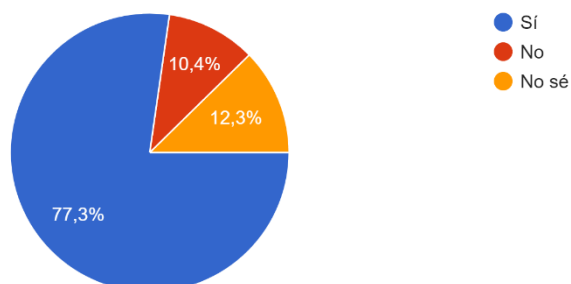


Figura 31. Pregunta 11 de la encuesta

12. Si el gobierno proporcionara ayudas para la compra de vehículos "sin combustibles", como son las bicicletas o patinetes eléctricos, ¿usarías este medio de transporte antes que el vehículo privado?

154 respuestas

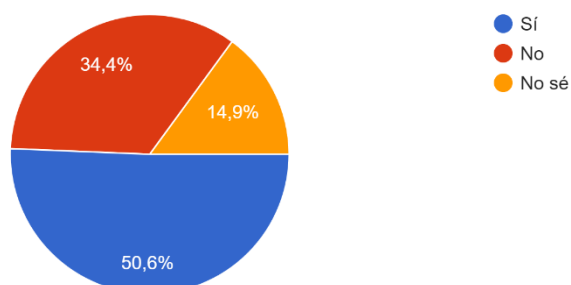


Figura 32. Pregunta 12 de la encuesta

13. ¿Incorporarías a tu rutina diaria el uso del coche compartido, en vez de solo usarlo para viajes largos?

154 respuestas

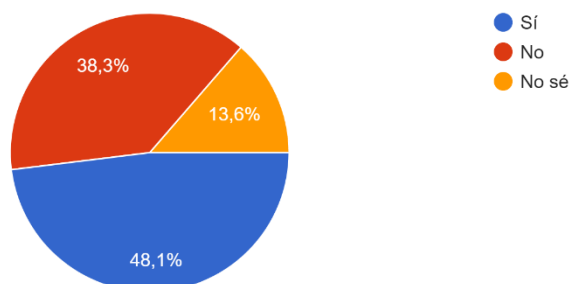


Figura 33. Pregunta 13 de la encuesta

14. ¿Crees que Almería es lo suficientemente grande como para implementar una línea de metro ligero o un tranvía?

154 respuestas

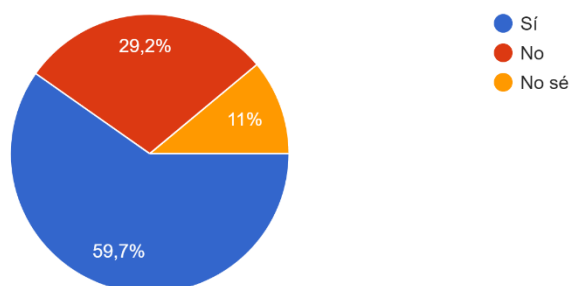


Figura 34. Pregunta 14 de la encuesta

15. ¿Piensas que si esa operación se realizase, la población usaría más este tipo de transporte y no su vehículo particular?

154 respuestas

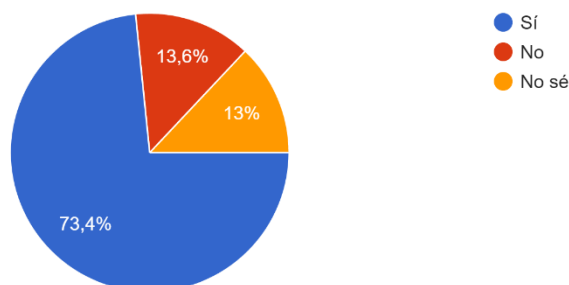


Figura 35. Pregunta 15 de la encuesta

16. ¿Crees que Almería es una ciudad accesible? (Tanto para personas discapacitadas física y mentalmente, como para gente mayor y embarazadas)

154 respuestas

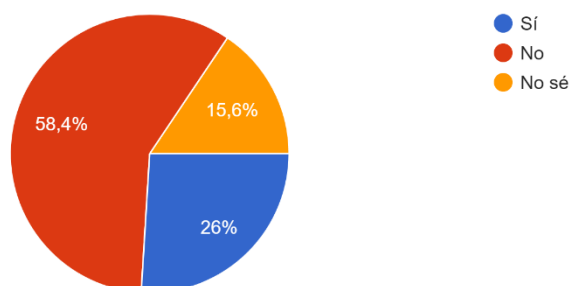


Figura 36. Pregunta 16 de la encuesta

17. ¿Crees que desde que pintaron los carriles bici, a rasgos generales, existe suficiente espacio para personas en silla de ruedas, personas con cochecitos de bebés, etc.?

154 respuestas

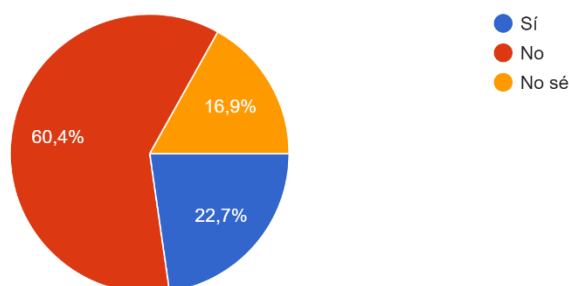


Figura 37. Pregunta 17 de la encuesta

18. ¿Crees que si los pasos de peatones más transitados se dividieran en dos (como muestra la imagen), para facilitar la accesibilidad a minusválidos y personas ciegas, sería conveniente / útil?

154 respuestas

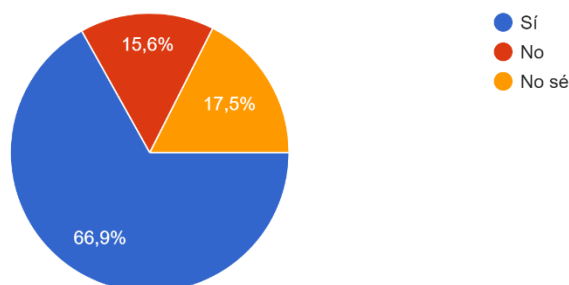


Figura 38. Pregunta 18 de la encuesta

19. ¿Crees que las luces LED instaladas en los pasos de peatones son útiles?

154 respuestas

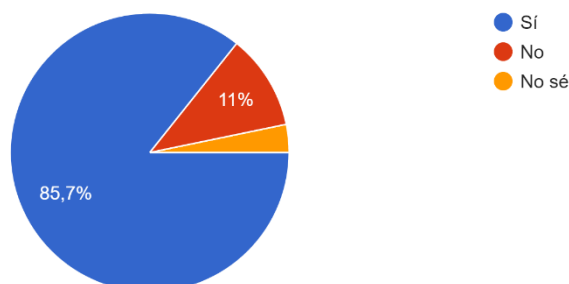


Figura 39. Pregunta 19 de la encuesta

20. ¿Estás de acuerdo con el proyecto de obra de peatonalización del Paseo de Almería?

154 respuestas

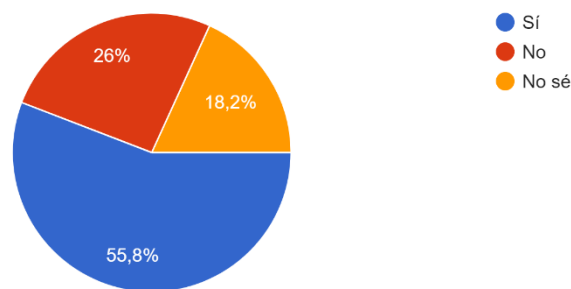


Figura 40. Pregunta 20 de la encuesta

5.3. Propuestas de medidas a adoptar

5.3.1. Peatonalización del Paseo de Almería

(EXPLICAR QUE SE HA ESCOGIDO EL SCOOT PORQUE TUVO ÉXITO EN ¿UK? JUSTIFICAR LAS MEDIDAS DICHIENDO DÓNDE LAS HE VISTO. AL FINAL, DECIR QUE PARA REPRESENTARLO, SE ADJUNTAN PLANOS Y UN PRESUPUESTO)

En base al PMUS, para este TFG se cogerá como base la propuesta de peatonalización del Paseo de Almería y la reorganización del tráfico en las calles circundantes. Esta actuación vendría dada en la Fase III del PMUS.

El proyecto de peatonalización del Paseo de Almería consiste en hacer actuaciones sobre el viario para conseguir, de manera progresiva, que se convierta en una calle peatonal.

En el Paseo solo se permite circular en dirección sur, hacia la Rambla. Anteriormente los coches podían circular por dos carriles, hasta que hace unos años se eliminó un carril y se convirtió en una prolongación del acerado.

Para posibilitar esta actuación y dar cabida a una transición que no sea tan drástica, se propone convertir la calzada en una vía mixta que puedan compartir los vehículos y los peatones. Realmente esta opción se aplicaría a medio plazo mientras se reorganiza el tráfico en las calles circundantes, ya que no es la más segura, debido a que existe el riesgo de atropellamiento de peatones.

Posteriormente, a largo plazo, la calzada pasaría a ser peatonal, donde únicamente podrá ocuparla los autobuses, los coches de residentes, los vehículos de emergencia y las bicicletas.

A parte de estas medidas, se proponen algunas más para tratar de completar el proyecto. Estas estarán divididas por temática.

Movilidad ciclista:

El pasado 25 de abril se implantó el sistema de préstamo de bicicletas “BUS+BICI” en la ciudad, en el que los usuarios que cuenten con la tarjeta del consorcio de transportes podrán utilizar una bicicleta de manera. La idea principal es que un viajero que utilice el autobús interurbano, al llegar a la capital pueda usar una bici eléctrica para llegar a su destino con mayor facilidad. Por ahora solo se cuenta con una estación de bicis ubicada en la Estación Intermodal.



Figura 41. Estación de alquiler de bicicletas

La gratuidad de este servicio para los usuarios que dispongan de la tarjeta del consorcio se usa como recompensa por usar medios de transporte más ecológicos. (La Voz 2022)

Por ello, es necesario instalar más bicicletas de alquiler a lo largo de la ciudad.

Se propone instalar al menos dos estaciones de alquiler de bicicletas: una en la calle Purchena, y otra al final del Paseo, para facilitar así a los usuarios poder dejarlas en su estación. También se propone establecer estaciones de patinetes eléctricos, en las mismas zonas que las bicicletas. Se puede usar una aplicación que gestione los pagos del servicio y que informe de dónde se encuentran las bicis/patinetes más cercanos.

En la calle Purchena existen varios aparcabicis, pero en el Paseo actualmente no se localiza ninguno. Por ello, para fomentar la movilidad ciclista en esta zona, sería adecuado poner varios aparcabicis a lo largo del Paseo para que así la gente pueda visitar los comercios que se sitúan allí y dejar sus bicicletas de forma segura.

Si se implantara una aplicación o una web que informe sobre itinerarios ciclistas, para facilitar este tipo de movilidad más sostenible, ayudaría a los ciclistas a elegir la ruta más segura, la más rápida o la más cómoda, según sus preferencias. Estaría bien que la aplicación/web indicara los tiempos de trayecto, o lo seguro que es el itinerario.

Aparcamientos:

El centro urbano de Almería cuenta con unos diez parkings, los cuales están desaprovechados porque apenas se llenan, excepto en ocasiones especiales, como puede ser en Navidad.

Durante la peatonalización del Paseo de Almería, las plazas de aparcamiento desaprovechadas podrían venderse a los residentes de la zona como medida a la eliminación progresiva de aparcamientos en la superficie.

Para conocer la disponibilidad de plazas de aparcamiento, se ha implantado recientemente la aplicación “APK2 o Aparcados”, en el parking de la Rambla, situado en la Av. Federico García Lorca. En ella se pueden ver el número de plazas libres, pagar el ticket, hacer una reserva o, incluso, contratar un bono.

A esto se le suma el aumento de puntos de carga para vehículos eléctricos tanto en los parkings subterráneos como en los aparcamientos superficiales.



Figura 42. Aplicación APK2



Figura 43. Interfaz de la aplicación APK2

Autobús:

Una vez se haya llevado a cabo la peatonalización del Paseo de Almería, podría permitirse el paso a los autobuses. También podría crearse un carril bus en la calle Obispo Orberá, que es paralela al Paseo. Actualmente cuenta con dos carriles que circulan en el mismo sentido hasta llegar a Puerta de Purchena, por lo que uno de ellos podría usarse como carril bus.

Para facilitar los viajes entre municipios, junto con el servicio “BUS+BICI”, también podría comprarse un billete de autobús urbano con la tarjeta del Consorcio de Transporte de la Junta de Andalucía. Esto es, con un mismo billete, podría viajar en cualquiera de los dos tipos de autobús, así como si se desea alquilar una bici también.

Una medida que podría implantarse para alentar al uso del autobús sería establecer algunos días gratis al mes o durante los fines de semana, conllevando a que algún día se convierta en un bien gratis.

Urbanización:

Para que el Paseo sea una calle segura, se propone rebajar el acerado para que sea más accesible a cualquier persona con una discapacidad física, ancianos, personas con carritos de bebés, de la compra o maletas.



Figura 44. Ampliación de acera en el Paseo de Almería

Como se conseguirá un mayor espacio para que los ciudadanos puedan circular por la calle, las terrazas no supondrán ningún obstáculo, pero sí que deberán eliminarse los maceteros y los bolardos que se encuentran ahora mismo a lo largo del Paseo.

Realmente el Paseo es una de las calles más arboladas que podemos encontrar en la ciudad, junto con la Avenida Federico García Lorca y el Parque Nicolás Salmerón, pero se propone dotar de más árboles y jardineras en la calle Obispo Orberá y en la calle Puerta de Purchena. Esta medida es necesaria ya que en verano se alcanzan altas temperaturas y resulta dificultoso caminar por ellas en verano durante el día.

En cuanto al mobiliario urbano, se puede actualizar por uno más moderno hecho con materiales reciclados, así como instalar más fuentes de agua potable o más papeleras. También se propone la instalación de pasos de peatones inteligentes en las calles de alrededor que vayan coordinados con los semáforos y cambien de color con los mismos.

5.3.2. Actuaciones en las calles circundantes

Como ya se ha hablado un poco en el apartado anterior de las calles Puerta de Purchena y Obispo Orberá, en este apartado se proponen algunas actuaciones más que se pueden ejecutar al mismo tiempo que la peatonalización del Paseo.

Como se ha mencionado antes, es necesario que se dedique un carril exclusivo a los autobuses, para permitirles realizar su recorrido sin retrasos. Este carril también se puede habilitar para que circulen las bicicletas por él.

Actualmente en esas calles se puede circular a 50 km/h pero al cerrar un carril para uso exclusivo de autobuses, y permitir la seguridad de los viandantes, se propone limitar la

velocidad a 30 km/h, ya que se tratará de una vía de un solo carril en un único sentido, tal y como dictan las nuevas normas de circulación.

En la Av. Federico García Lorca existen tres carriles en cada sentido de circulación y uno de ellos se puede destinar a convertirse en carril bus para facilitar su tránsito. Esta sería una buena medida ya que se suele obstaculizar el paso con los coches que se aparcan en segunda fila, o los que lo hacen en las paradas de autobuses. Si se destina el carril derecho a los autobuses, se les permite realizar las paradas con mayor facilidad lo que conlleva que ahorren tiempo y se eviten muchos retrasos.

En 2019 se actualizó el sistema de control de tráfico de la ciudad, en el que se instalaron 100 cámaras y 10 controles de acceso automático, paneles de señalización viaria variable, centralización de 20 cruces y detectores de vehículos para conocer la densidad del tráfico para poder ofrecer información a tiempo real (Ayuntamiento de Almería 2019). Aun así, como no es posible conocer qué sistema de gestión del tráfico usan para controlar los semáforos, en un hipotético caso para este proyecto se propone lo siguiente:

- Medidas basadas en enlaces, que se suelen usar cuando existen carriles bus con flujo.
- Sistema de Control de Tráfico Urbano (UTC), el cual sería UTC sensible al tráfico, ya que estos sistemas usan detectores de tráfico en las cercanías de los cruces para obtener datos que se usan para calcular la configuración óptima de la señal en tiempo real.

Dentro de estos UTC's existen dos posibilidades a implantar:

- **SCOOT**

Es un UTC adaptativo que responde automáticamente a las fluctuaciones en el flujo de tráfico obtenido de los detectores en la calle. Es un sistema que se utiliza mucho en el Reino Unido. Esto se lleva a cabo adaptando continuamente tres parámetros: la cantidad de verde para cada aproximación, el tiempo entre las señales adyacentes y el tiempo permitido para todas las aproximaciones a una intersección señalizada. La adaptación tiene como objetivo minimizar el tiempo verde perdido en las intersecciones y reducir las paradas y retrasos mediante la sincronización de conjuntos de señales adyacentes. La prioridad de los autobuses se puede dar en SCOOT extendiendo la etapa verde para permitir que estos despejen el cruce, o acortando las etapas intermedias para volver lo más rápido posible a la etapa de autobús. Normalmente, la prioridad que se brinda a los autobuses la decide el optimizador SCOOT en el centro UTC y se comunica al controlador de tráfico local. SCOOT también es capaz de proporcionar prioridad a los autobuses según el nivel de puntualidad

con el que circulen. No dan prioridad a los autobuses que llegan a tiempo y dan prioridad alta a los que vayan con retraso. La versión reciente de SCOOT también tiene la facilidad de dar prioridad al omitir etapas que no son de autobús.

- **UTOPIA**

UTOPIA/SPOT es una estrategia de control de señales de tráfico jerárquicamente descentralizada que tiene como objetivo minimizar el tiempo total perdido por los vehículos privados durante sus viajes, sujeto a la restricción de que los vehículos públicos a los que se dará prioridad no se detendrán en las intersecciones señalizadas. Consiste en optimizar una función de costes según varios elementos: retrasos y paradas de vehículos, retrasos en el transporte público y desviación del plan de referencia y ajustes de señal anteriores.

En UTOPIA/SPOT, la prioridad del autobús se proporciona cambiando la “ventana verde” para que coincida con la hora estimada de llegada de un autobús en la línea de parada. Para detectar y ubicar los autobuses podemos usar métodos donde se equipan la infraestructura y el autobús con un transpondedor que se comunica con un bucle inductivo colocado aguas arriba de una señal de tráfico.

Entre las diversas tecnologías de detección/ubicación de bus implementadas, los tipos comunes de tecnología de detección/ubicación que se utilizan son los bucles/transpondedores, las balizas o el GPS.

El método que se propone para darle prioridad serán los de extensión y recuperación, o los de horizonte rodante.

Los métodos de extensión y recuperación se refieren a la extensión del tiempo verde, en caso de que se detecte un autobús en un acercamiento a la señal hacia el final del verde, o la recuperación de la señal verde si la señal está en rojo. Estos métodos se usan comúnmente cuando la detección está relativamente cerca del cruce.

En cambio, los métodos de horizonte rodante utilizan información de ubicación del autobús más arriba del cruce y utilizan la adaptación gradual de la aparición y duración de la etapa verde relevante para que coincida con el tiempo de llegada previsto del autobús.

Una vez explicado esto, podría usarse cualquiera de los dos UTC's, UTOPIA o SCOOT. Pero para el caso de Almería, lo más adecuado sería SCOOT ya que es un sistema mediante detectores que localiza los autobuses y les da prioridad aumentando el tiempo verde, lo cual es más sencillo.

Al igual que se realiza en Dinamarca, sería conveniente instalar un sistema de comunicación basado en V2I (*Vehicle to Infrastructure*), aunque también existe el V2V

(*Vehicle to Vehicle*). Volviendo al caso de Dinamarca, para la priorización de los autobuses, antes de que éstos abandonen una parada, el conductor envía datos al sistema de señalización sobre cuándo se espera que llegue el autobús a la siguiente parada. Más adelante se hablará de ello en el Apartado 6. “*Discusión*”.

Por último, una medida más controversial que se puede incluir, como se hace por ejemplo en algunos lugares de Italia, sería la prohibición de vehículos particulares al centro de la ciudad. Esta medida podría comenzar a aplicarse en fechas señaladas, como son la Navidad, Semana Santa o la feria. Si esta medida fuese bien acogida se podría extender a un día fijo al mes e ir ampliándolo hasta restringir el acceso de los coches al centro urbano.

5.3.3. Planos

A continuación, se adjuntan los planos del proyecto representando la situación actual del Paseo de Almería y cómo quedaría después de su peatonalización, disponiendo así el nuevo sentido de circulación y nuevo itinerario de los vehículos.

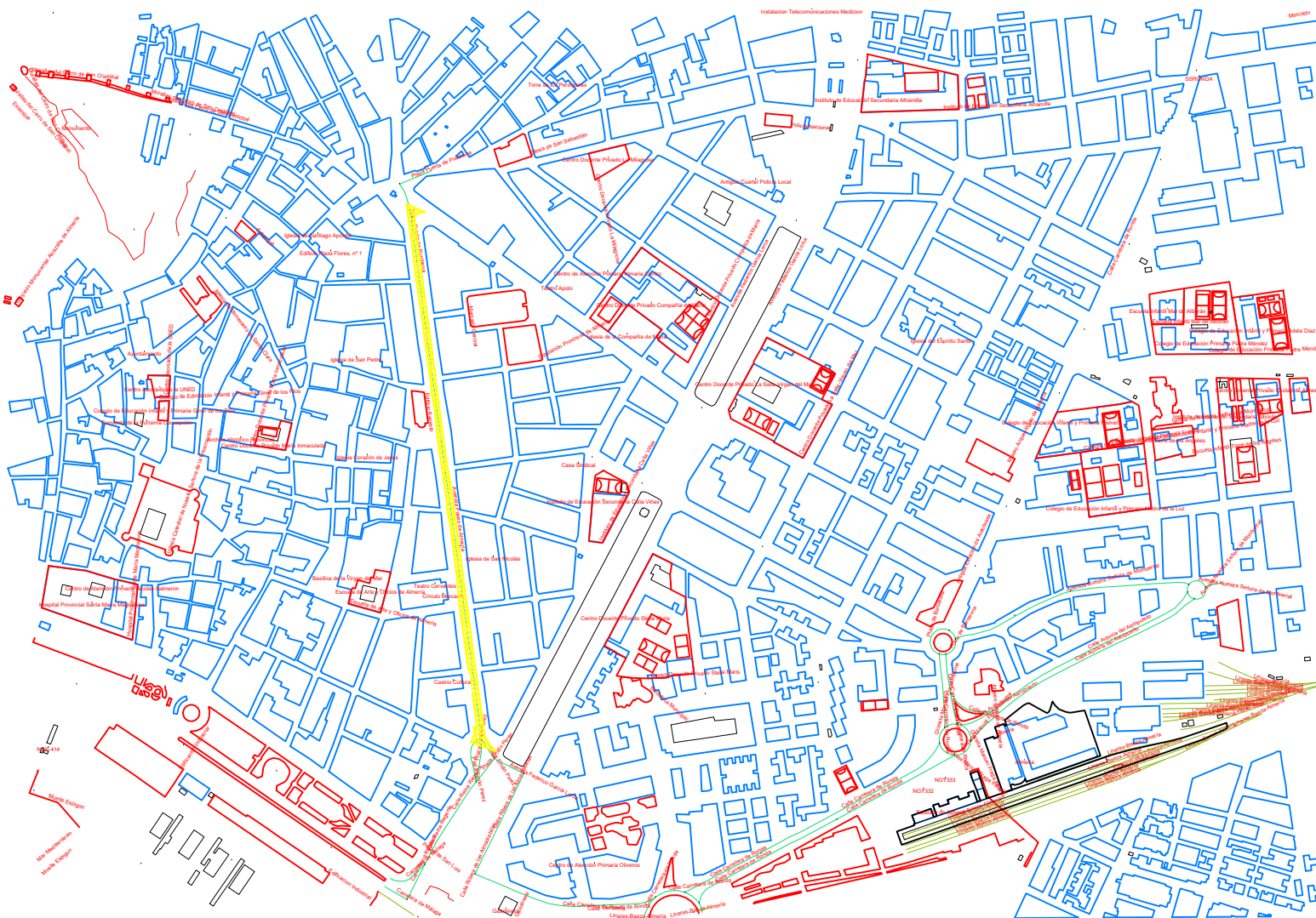
Posteriormente, en el siguiente apartado 5.3.4., se dispone el presupuesto de la actuación principal sobre el Paseo, donde se agrupan las actividades de demoliciones (sobre todo de mobiliario urbano y pavimentos)

El presupuesto contempla la renovación del Paseo de Almería. Para ello, será necesario instalar luminarias autónomas, pasos de peatones LED, lo cual implica la demolición del pavimento para disponer las nuevas instalaciones eléctricas. También será necesario realizar el desvío, cuando proceda, de la red de saneamiento y la de abastecimiento, para evitar paralelismos y afecciones.

Una vez se repongan las instalaciones, se repavimentará la calle y se dispondrá sobre el acerado los nuevos elementos del mobiliario urbano, que principalmente procederán de materiales reciclados.

Por último, se plantarán varios ejemplares autóctonos de la zona, ya que estos aguantarán las condiciones climáticas sin dificultades, a la misma vez que regularán la temperatura de la calle. De esta forma, cuando las temperaturas sean altas, los árboles proporcionarán sombra, lo cual animará a la gente a caminar por la calle.

Como se menciona más adelante, en el Apartado 6. *Discusión*, en este presupuesto no se contempla la instalación de semaforización inteligente. De ahí que resulte un presupuesto medio. Como se trata de un “prototipo” que podría comenzar a implantarse, no se ha considerado necesario disponer un capítulo exclusivamente sobre semáforos.



LEYENDA

 ZONA DE ACTUACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	NOVIEMBRE	MARTA			
COMPROBADO	2022	BONACHERA			
		AMATE			
ESCALA: 1:500	PROPUESTA DE ADAPTACIÓN EN NORMATIVA TÉCNICA EUROPEA SOBRE EL TRÁFICO Y LA SEÑALIZACIÓN URBANA. APLICACIÓN PRÁCTICA AL CASO DE ESTUDIO DEL DISTRITO CENTRO DE LA CIUDAD DE ALMERÍA			Nº PLANO 1/2	
LOCALIZACIÓN				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

5.3.4. Presupuesto

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS							
01.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO							
01.01.01	m DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE BORDILLO Demolición y levantado de bordillo de cualquier tipo y cimientos de hormi- ón en masa, de espesor variable, incluso retirada de la zona de trabajo para su transporte a verte- dero, o acopio en obra para su posterior reutilización en reparaciones de calle.							
	paseo pares	1	202,00			202,00		
	paseo impares	1	130,00			130,00		
	aparcamiento	1	32,00			32,00		
	ue-10	1	78,00			78,00		
	ciclorques	20	4,65			93,00		
						535,00	1,55	829,25
01.01.02	m3 LEVANTADO C/COMPRESOR PAVIMENTO A SFALTO Levantado con compresor de firme asfáltico, medido sobre perfil de espe- sor variable, incluso retirada de la zona de trabajo para su transporte a vertedero.							
	calle paseo	1	700,00		0,10	70,00		
						70,00	30,22	2.115,40
01.01.03	m2 DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE ACERA Demolición y levantado de aceras de terrazo, con solera de hormi-ón en ma- sa 10/15 cm. de espe- sor, incluso retirada de escombros y carga sobre camión, para su trans- porte a vertedero o planta de reciclaje.							
	tramo ue-10	1	443,00			443,00		
	tramo 2	1	527,00			527,00		
	tramo 3	1	120,00			120,00		
	tramo 4	1	420,00			420,00		
						1.510,00	5,54	8.365,40
01.01.04	m2 DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE ADOQUINADO Demolición y levantado de aceras de adoquín quebrado de hormi-ón, con solera de hormi-ón en ma- sa 10/15 cm. de espesor, incluso retirada de escombros y carga sobre ca- mión, para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, o acopio en obra para su posterior reutili- zación en reparación de calle Paseo de Almería.							
	Puerta de Purchena	1	116,00			116,00		
						116,00	5,54	642,64
	TOTAL 01.01							11.952,69
01.02	DEMOLICIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO							
11	u DESMONTADO PTO. LUZ CON BÁCULO h=10m Desmontado de punto de luz en vías públicas, formado por luminaria, alo- jamiento de equipo eléc- trico, vllamoara de descarga, montada sobre báculo de 10 m. de altura, aflojando los pernos de anclaje y placa de asiento, con recuperación del material, incluso medi- das de protección, medios de elevación cara a v descarga. Incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra.							
	farolas calle méndez núñez	2				2,00		
						2,00	65,22	130,44

13 noviembre 2022

1

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
13	u DESMONTADO FAROLA ORNAMENTAL H=3,5 m Desmontado de punto de luz en vías públicas, formado por luminaria tipo farola ornamental, montada sobre columna ornamental de fundición, tipo Villa, aflojando los pernos de anclaje y placa de asiento, con recuperación del material, incluso medidas de protección, medios de elevación carga y descarga. Incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra.							
	farolas calle paseo	11				11,00		
	farolas plaza	1	5,00			5,00		
						16,00	48,27	772,32
12	m3 DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN HORMIGÓN A MAQUINA Demolición de cimentaciones o elementos aislados de hormigón en masa o armado, con retro-pala con martillo rompedor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas.							
	demolición cimentación farola paseo	11	0,80	0,80	0,80	5,63		
	demolición cimentación farola plaza	2	0,80	0,80	0,80	1,02		
						6,65	98,17	652,83
14	m2 DEMOLICIÓN ARQUETA FÁB. LADRILLO MACIZO 1/2 PIE Demolición de arqueta de fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas.							
	arqueta alumbrado	5	3,00		0,60	9,00		
						9,00	19,21	172,89
15	u DESMONTADO INST. ELÉCTRICA BAJA Desmontado de red de instalación eléctrica de parque infantil, incluyendo canalización, cuadro eléctrico y cableado, con recuperación de elementos, tubos, cajas, mecanismos, incluso, retirada de escombros y carga sobre camión, para posterior transporte a vertedero o planta de reciclaje.							
		1				1,00		
						1,00	130,15	130,15
16	m3 EXCAVACIÓN ZANJA A MANO<2m. Excavación en zanjas, hasta 2 m de profundidad, en terrenos flojos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, incluso retirada de canalización y cableado de alumbrado a demoler, con retirada de escombros, sin incluir transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.							
	demolición canalización plaza	1	30,00	0,50	0,50	7,50		
	demolición canalización paseo	1	313,00	0,50	0,25	38,13		
						45,63	30,90	1.440,87

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
17	m3 RELLENO COMPACTADO ZANJA CIRANA SIAPORTE Relleno, extendido y compactado al 100% con tractor normal de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en toncadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso relleno de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.							
	relleno zanja	1	46,63			46,63		
	relleno arquetas	5	0,70	0,70	0,23	0,56		
	relleno cimentaciones	11	0,80	0,80	0,33	2,75		
						49,94	25,38	1.267,48
TOTAL 01.02								4.566,98
01.03	DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS							
01.03.01	u DESMONTADO Y RECOLOCACIÓN DE BLOQUES DE GRANITO Levantado de bloques de granito situados al inicio de la Plaza de la Constitución, incluso reubicación e instalación dentro de la propia obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.							
		2				2,00		
						2,00	39,13	78,26
01.03.02	u SEÑALES Levantado de todo tipo de señal vertical (señal de tráfico, panel informativo, publicitario...), anclada al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso carga en camión y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, limpieza, y p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.							
	cortes	5				5,00		
	señal tráfico	7				7,00		
						12,00	2,35	28,20
01.03.03	u BOLLARDOS Levantado de bollardos, anclados al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso carga en camión y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra para su reciclaje posterior o transporte a vertedero. Incluyendo accesorios, limpieza, y p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.							
	aparcamiento	13				13,00		
	paseo	8				8,00		
	plaza puerta punchera	4				4,00		
						25,00	2,35	58,75
01.03.04	u BANCOS Levantado de banco anclado al pavimento, por medios manuales, incluso carga en camión grúa y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.							
		2				2,00		
						2,00	5,31	10,62

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.06	u PAPELERAS Levantado de papeleras, anclada al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, limpieza, v.p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.	8				8,00		
						8,00	2,41	19,28
01.03.06	u CABINA TLFO Levantado de cabinas de teléfono, incluso reubicación e instalación dentro de la propia obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada e instalada en obra.	2				2,00		
						2,00	117,70	235,40
TOTAL 01.03								430,51
01.04	DEMOLICIÓN DE IMBORNALES							
01.04.01	m DEMOLICIÓN COLECTOR EN TERRAZO D<30 cm Demolición de colector o albañal, hasta D=30 cm., por medios manuales, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero o planta de reciclaje, incluso reparación de pozo al que acomet							
	albañales retirados	1	30,00			30,00		
						30,00	6,68	200,40
01.04.02	u DEMOLICIÓN IMBORNAL	5				5,00		
						5,00	10,50	52,50
01.04.03	m3 EXCAVACIÓN Y RELLENO ZANJA SANEAMIENTO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación, compactado al 100%proctor normal, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana y con p.p. de medios auxiliares.							
	zanjas y rellenos albañales	1	30,00	0,60	0,70	12,60		
						12,60	40,61	514,21
TOTAL 01.04								767,11
01.05	DEMOLICIONES TELEFONÍA							
01.05.01	m3 DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN HORMIGÓN A MÁQUINA Demolición de cimentaciones o elementos aislados de hormigón en masa o armado, con retro-pala con martillo rompedor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas							
	demolición cimentación postes	4	0,85	0,65	1,40	3,09		
						3,09	98,17	303,35

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.02	u DESMONTAJE DE POSTES Levantado de poste de telefonía tras la retirada del cableado, caías y demás elementos de las instalaciones correspondientes, incluso retirada fuera del lugar de trabajo para su reutilización fuera de la obra o transporte a vertedero	4				4,00		
						4,00	229,44	917,76
01.05.03	m3 RELLENO/COMPACTADO ZANJA C/RANA SIN APOORTE Relleno, extendido y compactado al 100% proctor normal de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.							
	relleno cimentación postes	4	0,85	0,65	0,93	2,06		
						2,06	25,38	52,28
TOTAL 01.05								1.273,39
TOTAL 01								18.990,68

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.01	m2 RASANTEO CORONACIÓN DESMONTE Rasanteo y refino de la superficie de coronación de desmonte, en terreno sin clasificar, así como aporte del material necesario y retirada del sobrante a vertedero o lugar de empleo, extendido, humectación y compactación.							
	ambito 0	1	3.027,00			3.027,00		
	plaza	1	40,00			40,00		
						3.067,00	0,64	1.962,88
02.02	m3 DESMONTE TIERRA EXPLANAC. S/TRANS. VERT. <10 km Desmonte en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluso transporte de los productos en lugar de empleo hasta 10 km. de distancia.							
	ambito 0	1	3.027,00		0,22	665,94		
	plaza	1	40,00		0,20	8,00		
						673,94	5,13	3.457,31
02.03	m3 EXCAVACIÓN ZANJA A MANO <2m Excavación en zanjas, hasta 2 m de profundidad, en terrenos flojos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con o.p. de medios auxiliares.							
	cotas de localización de servicios	10	1,00			10,00		
						10,00	30,90	309,00
TOTAL 02.....								5.729,19

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	INSTALACIONES							
03.01	ALUMBRADO							
03.01.01	PUNTOS DE LUZ							
03.01.01.01	u 2 PUNTOS FOCAL + COLUMNA DE 6m Instalación de punto de luz formado por dos proyectores tipo NEOS 2 o similar, IP66 con lámpara de Hal. M. 70W, columna de 6 m. de altura, compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0.6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0.40 cm. de ancho, 0.40 de largo y 0.60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón HA-25/P/40/IIa y pernos de anclaje, montado y conexionado. Totalmente instalado.	20				20,00		
						20,00	1.205,64	24.112,80
	TOTAL 03.01.01							24.112,80
03.01.02	CANALIZACIÓN							
03.01.02.01	m LÍNEA ALUMB.P.4(1x10)+T.16Cu. C/EXC. 2 TUBOS D90 Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 4(1x10) mm2 con aislamiento tipo RV-0.6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PE alta densidad doble pared, interna lisa, corrugada exterior D=90 mm, en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, según detalles incluidos en la documentación del proyecto, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.							
	poseo imbornes	1	117,00				117,00	
	poseo pares	1	110,00				110,00	
	poseo aparcamiento	1	60,00				60,00	
						287,00	25,19	7.229,53

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.01.02.02	m LÍNEA ALUMB.P.4(4x10)+T.16 C.U. C/EXC. 4 TUBOS D90 Línea de alimentación para alumbrado público, formada por conductores de cobre 4(1x6) mm ² con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PE alta densidad doble pared, interna lisa, corrugada exterior D=90 mm, en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, según detalles incluidos en documentación de proyecto, incluyen excavación de zanja, asiento con 10 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme del pavimento, sin reposición de acera o calzada. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexión.							
	crucos de calle	1	16,00			16,00		
						16,00	40,28	644,48
03.01.02.03	u ARQUETA 40x40x60 cm. PASO/DERIV. Arqueta 40x40x60 cm. libres, para paso, derivación o toma de tierra, i/ excavación, solera de 10 cm. de hormigón, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie. enfoscada interiormente con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río, con cerco y tapa cuadrada 50x50 cm. en fundición.							
		1				1,00		
						1,00	95,23	95,23
03.01.02.04	u INTERRUPTOR ASTRONÓMICO Punto de interruptor horario Astronómico Digital, realizado en tubo PVC corrugado M20/qp5 negro y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V, y sección 2,5mm ² , a instalar en la acometida de la nueva instalación, totalmente montado, configurado y conectado.							
		3				3,00		
						3,00	170,60	511,80
03.01.02.05	m CIRCUITO TRIFÁSICO POTENCIA 10 A Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A, o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canalera de PVC de 40x100 mm., a instalar en la acometida de la nueva instalación, incluyendo interruptor automático de 10 A y diferencial de 300mA, con parte proporcional de accesorios de montaje.							
		1				1,00		
						1,00	303,14	303,14
TOTAL 03.01.02.....								8.784,18
TOTAL 03.01.....								32.896,98

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.02	SANEAMIENTO							
03.02.01	m CAN.H.POLIM.L=75cm D=300x300 C/REJ.TR.FD Canaleta de drenaje superficial para zonas de carga pesada, tipo D-400, formado por piezas prefabricadas de hormigón polímero de 300x300 mm. de medidas exteriores, sin pendiente incorporada y con rejilla de fundición dúctil de 300 mm de ancho, colocadas sobre cama de hormigón HM-20, según indicaciones de planos, incluso con p.p. de piezas especiales, pequeño material, cortes necesarios y juntas de dilatación, montado, nivelado y con p.p. de medios auxiliares. Totalmente instalado, incluso recibido a saneamiento.							
	plazo	1	8,00				8,00	
	calle puerta puchena	1	7,00				7,00	
	calle paseo	3	3,00				9,00	
						24,00	139,66	3.351,84
03.02.02	u MBORNAL DE OBRA Imbornal para recogida de aguas pluviales, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/I; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento CSIV-W2 y con rejilla de fundición sobre cerco de ángulo, terminado y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior. Recibido a tubo de saneamiento. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.							
		1					1,00	
						1,00	149,06	149,06
03.02.03	u POZO LADRILLO CON ABSORBEDERO D=80cm h<1,50m Pozo de registro de 80 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre conectado a absorbadero, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco vtaoa tipo absorbadero de fundición, de 78x84 cm., con rejilla, traquete y tapa de 63 cm, recibido, totalmente terminado, i/enrase a pavimentos y conexión, terminado, y con p.p. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.							
		2					2,00	
						2,00	386,96	773,96

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.02.04	u POZO LADRILLO REGISTRO D=110 cm h<1,50 m Pozo de registro de 110 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco y tapa de fundición tipo calzada, recibido, totalmente terminado, y con p.o. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.	2				2,00		
						2,00	405,15	810,30
03.02.05	u POZO LADRILLO REGISTRO D=80 cm h<1,50 m Pozo de registro de 80 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco y tapa de fundición tipo calzada, recibido, totalmente terminado, y con p.p. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.	5				5,00		
						5,00	253,85	1.269,25
03.02.06	m TUB.ENT.PVC CORR.J.ELAS S/N8 C.TEJA 315 mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m ² ; con un diámetro 315 mm, y con unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm, debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm, por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.o. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	r1	1	2,00		2,00		
		r2	1	4,00		4,00		
		r3	1	4,00		4,00		
		r4	1	5,00		5,00		
		r5	1	9,00		9,00		
		r6	1	2,00		2,00		
		r7	1	9,00		9,00		
		r8	1	8,00		8,00		
						43,00	47,26	2032,18

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.02.07	m REFUERZO CANALIZ. SANEAM. D=30 Refuerzo de canalizaciones de saneamiento de 30 cm. de diámetro interior, con hormigón de central HM-20/P/20/I, con un espesor de 15 cm. bajo la generatriz del tubo y recubrimiento de 15 cm. por encima de la generatriz superior, y 30 cm por los laterales. ii/vertido y vibrado, s/NTE.ISA-10, terminado.							
	r1	1	2,00			2,00		
	r2	1	4,00			4,00		
	r3	1	5,00			5,00		
						11,00	64,67	711,37
03.02.08	m3 EXCAV. ZANJA TERRENO TRÁNSITO Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso acopio de la misma para su reutilización en obra o retirada de la zona de trabajo para su transporte a vertedero, sin incluir éste.							
	r1	1	2,00	0,70	0,80	1,12		
	r2	1	4,00	0,70	1,50	4,20		
	r3	1	4,00	0,70	1,10	3,08		
	r4	1	5,00	0,70	1,10	3,85		
	r5	1	9,00	0,70	1,50	9,45		
	r6	1	2,00	0,70	1,50	2,10		
	r7	1	9,00	0,70	1,50	9,45		
	r8	1	8,00	0,70	1,50	8,40		
						41,65	3,68	153,27
03.02.09	m3 RELLENO ZANJAS/MATERIAL EXCAVACIÓN Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado, y compactado al 100 % proctor normal, por encima de 30 cm desde la generatriz superior del colector a enterrar.							
	r2	1	4,00	0,70	1,50	4,20		
	r5	1	9,00	0,70	1,50	9,45		
	r6	1	2,00	0,70	1,50	2,10		
	r7	1	9,00	0,70	1,50	9,45		
	r8	1	8,00	0,70	1,50	8,40		
						33,60	3,87	130,03
03.02.10	m3 EXCAVACIÓN CIM. POZOS T. TRÁNSITO AG. Excavación en cimientos y pozos en terreno de tránsito, incluso agotamiento de agua, carga y transporte de los productos de la excavación para su retirada a vertedero o lugar de empleo.							
	pozos 1,10 m	3	2,00		2,00	12,00		
	pozo 0,80 m tipo 1	2	1,50		1,20	3,60		
	pozo absorbadero	2	1,50		1,80	5,40		
	pozo 0,80 m tipo 2	2	1,50		1,60	7,20		
						28,20	13,33	375,91

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.02.11	m PUESTA A COTA DE POZO EXISTENTE Puesta a cota de pozo de registro existente, construido con fábrica de ladrillo tosco, de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, y con o.p. de medios auxiliares, sin incluir la sobreexcavación, ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.							
	saneamiento	€	0,10			0,50		
	abastecimiento	€	0,10			0,50		
						1,00	143,09	143,09
03.02.12	u SUSTITUCIÓN DE TAPAS DE POZO DE REGISTRO Sustitución de tapas circulares actuales de registro, por tapas de fundición con marco cuadrado 80x80 cm. Para una clase de resistencia D-400. Deberá incluir en su nomenclatura la clase de resistencia, el titular de la instalación, y el nombre de la red que sirve. Completamente instalado y con p.p. de medio auxiliares. Incluso retirada de las existentes hasta lugar de empleo o vertedero.							
			10			10,00		
						10,00	112,58	1.125,80
TOTAL 03.02								11.026,06
03.03	REGO							
03.03.01	m TUB.PEBO ENTERRADO PE40 PN4 D=16 mm Tubería de polietileno baja densidad PE40, para instalación enterrada de red de riego, para una presión de 4 kg/cm2, de 16 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes o canalización de riego bajo aceras, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.							
			225			225,00		
						225,00	1,27	285,75
03.03.02	m CANALIZACIÓN BIACERA PREVISTA Canalización con tubo de PVC de 100 mm. de diámetro, bajo acera prevista, i/e excavación en zanja 40x60 cm. y relleno de fondo con 5 cm. de arena de río y resto de tierras excavadas.							
			190			190,00		
						190,00	17,18	3.264,20
03.03.03	m TUB.PEBO ENTERR CIG OT INTEGR. Ø50 cm D=16 Formación de anillo, según especie, para riego subterráneo por goteo a una profundidad aproximada de unos 20 cm, realizado con tubería de polietileno de baja densidad con goteo integrado autolimpiante y autocompensante cada 50 cm de 16 mm de diámetro, i/apertura de zanjas, colocación de tuberías y tapado de las mismas, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, sin incluir tubería general de alimentación, piezas pequeñas de unión ni los automatismos y controles.							
	prunus	12	1,50			18,00		
	tios	14	2,00			28,00		

13 noviembre 2022

12

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.03.04	u VÁLVULA ESFERA LATÓN D=1" Válvula de corte de esfera, de latón, de 1" de diámetro interior, colocada en red de riego. i/juntas y accesorios, completamente instalada.					46,00	1,80	82,80
		4				4,00		
						4,00	20,22	80,88
03.03.05	u VÁLV/REG.PRES.METAL C/MAN.D=1" Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.					2,00		
		2				2,00	136,36	272,72
03.03.06	u ELECTROV.24V REGULADORA CAUDAL 1" Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulador de caudal, con conexión de 1", completamente instalada sin iberqueño material.					2,00		
		2				2,00	36,78	73,56
03.03.07	u PROGRAMADOR AUTÓNOMO 4 ESTAC. HUNTER NODE-400 Programador autónomo Hunter NODE-400, de cuatro estaciones; funciona con solenoide de inmutos latch de 9 voltios (no incluido). Dimensiones: Diámetro 8,25x5 cm. Para instalación dentro de arqueta. Tiempos de riego por estación de 0 a 240 minutos. Funciona con pila alcalina de 9 v.					2,00		
		2				2,00	252,88	505,76
03.03.08	u FILTRO DE PLÁSTICO ANILLAS 1" Suministro e instalación de filtro de anillas de plástico para riego por oo-teo, carcasa de PVC, D=1", i/piezas y accesorios, instalado.					2,00		
		2				2,00	21,39	42,78
03.03.09	u VENTOSA/PURGADOR SIMPLE METAL ROSCA Ventosa/purgador automático simple, de metal, rosca qas 25 mm de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/accesorios, completamente instalada.					2,00		
		2				2,00	63,41	126,82
03.03.10	u ARQUETA 60x60x40 cm. RIEGO. Arqueta 60x60x40 cm. libres, para riego, i/excavación, solera de 10 cm de hormigón con formación de pendiente hacia hueco central. base rellena de grava. alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cementoCSIV-W1, con cerco y tapa cuadrada 60x60 cm. en fundición.					2,00		
		2				2,00	105,59	211,18
TOTAL 03.03								4.946,45

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.04	ELECTRICIDAD							
03.04.01	u CONEXIONADO A LA RED EXISTENTE Conexión a la red de distribución de las nuevas instalaciones para su puesta en explotación, incluso desconexión y desmontaje de las antiguas instalaciones a dismantelar. Todo ello ejecutado por la empresa en propiedad de la instalación o en convenio por la misma.					1	1,00	
							1,00	3.385,32
03.04.02	m LÍN.SUBT.ACE.8.T.3x150+1x95 AL. 2 TUBOS 160 mm Línea de distribución en baja tensión, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado v cubierta de PVC. en instalación subterránea bajo acera, en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25, montaje de cables conductores en tubo corrugado de doble pared D160, incluyendo uno de reserva, relleno con tierra procedente de la excavación, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro v montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de resistencia dieléctrica, instalada, transporte, montaje v conexionado.							
	colapaseo	1	38,00				38,00	
							38,00	37,66
03.04.03	m CANALIZACIÓN DE RESERVA 2 TUBOS 160 mm Canalización de reserva, sin cableado, para red eléctrica, hasta interceptar canalización existente mediante arqueta de registro no incluida en precio. Realizada en instalación subterránea bajo acera, en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25, montaje de dos tubos corrugado de doble pared D160, relleno con tierra procedente de la excavación, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; Incluyendo retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje. Sin incluir cableado, ni arquetas de registro.							
	canalización reserva	1	35,00				35,00	
							35,00	9,08

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.04.04	m LÍN.SUBT.CAL.B.T.3x150+1x95 AL 4 TUBOS 160 mm Línea de distribución en baja tensión, enterrada bajo zona de tránsito de vehículos, entubada, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, sin reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalación, transporte, montaje y conexionado.							
	cruce calle puerta puchena	1	16,00				16,00	
	calle rueda lopez	1	10,00				10,00	
							26,00	57,94
03.04.05	u ARQUETA 60x60x80 cm. PASO/DERIV. Línea de distribución en baja tensión, enterrada bajo zona de tránsito de vehículos, entubada, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, sin reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalación, transporte, montaje y conexionado.							
		4					4,00	
							4,00	153,83
03.04.06	u ARQUETA 80x80x80 cm. PASO/DERIV. Arqueta 80x80x80 cm. libres, para paso, derivación o toma de tierra, i/ excavación, solera de 10 cm. de hormigón con formación de pendiente y apertura central para evacuación de agua, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río, base rellena de grava, con cerco y tapa cuadrada 90x90 cm. en fundición.							
		1					1,00	
							1,00	289,55

13 noviembre 2022

15

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.04.07	u ARQUETA CIEGA 60x60x55 cm. Arqueta ciega de 60x60x55 cm. bajo solado de acera. sin incluir éste. para derivación hasta cuadro de acometida instalado en fachada, i/e excavación, solera de hormigón, alizados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie enfoscado con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río y tapa prefabricada de hormigón de 70x70x6 cm.	5				5,00		
						5,00	72,65	363,25
03.04.08	u TUBO PVC D30 mm A3m Unidad de tubo de PVC de 32mm de diámetro con altura de 3m, con grado de protección IK-08, para el paso de cableado a través de fachada desde arquetas de canalizaciones subterráneas, incluyendo cimentación con curvatura de tubería hasta entronque con arqueta o cala de tiro. Se debe incluir parte proporcional de soportes, abrazaderas para fijación del tubo en fachada. Incluidos medios auxiliares	4				4,00		
						4,00	195,23	780,92
03.04.09	m CABLEADO HASTA CUADRO DE ACOMETIDA Cableado hasta cuadro de acometida. instalado en fachada o/v bajo tubo de PVC, no incluido.	3	4,00			12,00		
	calle paseo	1	8,00			8,00		
	calle puerta puchera					20,00	22,05	441,00
TOTAL 03.04								9.130,68

03.05 TELEFONÍA

03.05.01	u ARQUETA TELEFONÍA IN SITU TIPO H-II Arqueta tipo H-II construida in situ, de dimensiones exteriores 1,00x1,10x1,03 m, formada por hormigón armado HM-20/P/20/I en solera de 15 cm y HA-25/P/20/I en paredes 15 cm de espesor, tapa metálica sobre cerco metálico L de 80x8 mm. formación de sumidero o poceta, recercado con perfil metálico L 40x4 mm en solera para recolección de aguas, con dos ventanas para entrada de conductos, dos reoletas y dos anchos de tiro, incluso excavación de zanja en terreno flojo, 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/P/40/I, embocadura de conductos, relleno lateralmente de tierras procedentes de la excavación, sin incluir transporte de sobrantes a vertedero. ejecutada según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.	3				3,00		
						3,00	796,95	2.390,85

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.05.02	u BASAMENTO ARMARIO INTERCONEXIÓN Basamento para apoyo de armario de interconexión de 86x44cm de planta, con una profundidad de 70 cm medidos desde el nivel de losa terminada, realizado en hormigón HM-20 N/mm ² , y sobre el nivel de losa terminada. 25 cm de altura en hormigón coloreado HM-20 tipo Artevia color o similar, todo ello según indicación en planos. Color a determinar por la D.F., incluido plantilla metálica galvanizada en L y ocho conductos de PVC de 63 mm. de diámetro embebidos en el hormigón, incluso excavación y colocación de conductos, sin incluir sobrantes de tierra a vertedero.	1				1,00		
						1,00	501,65	501,65
03.05.03	m CANAL TELEF. 2PVC 110mm Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0,45x0,88 m. para 2 conductos, en base 2, de PVC de 110 mm. de diámetro, embebidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 8 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda guía para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en toneladas <25 cm., compactada al 95% del P.N., ejecutado pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).							
	poseo 46	1	14,00			14,00		
	poseo 50	1	3,00			3,00		
	poseo 51	1	4,00			4,00		
						21,00	28,23	592,83
03.05.04	m CANAL TELEF. 4PVC 110mm Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0,45x1,01 m. para 4 conductos, en base 2, de PVC de 110 mm. de diámetro, embebidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 8 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda guía para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en toneladas <25 cm., compactada al 95% del P.N., ejecutado según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).							
	poseo impones	1	15,00			15,00		
	poseo quiosco	1	10,00			10,00		
	poseo aparcamientos	1	74,00			74,00		
	poseo 40	1	26,00			26,00		
	poseo 42	1	32,00			32,00		
						157,00	43,68	6857,76

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.05.06	m CANAL TELEF. 6 PVC 63 Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0.45x0.88 m. para 6 conductos, en base 3, de PVC de 63 mm. de diámetro, embebidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 6 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda guía para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en toneladas <25 cm., compactada al 95% del P.N., ejecutado según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).							
	armario interconexión paseo	1	2,00			2,00		
						2,00	40,62	81,24
03.05.06	m EXCAVACIÓN DE ZANJA. INCREMENTO DE PROF. Incremento de profundidad de 0,5 m. en zanja de 0,45 m de ancho para conducción de telefonía por cruces y paralelismos entre las distintas redes existentes.							
	paseo quiosco	1	10,00			10,00		
						10,00	27,18	271,80
03.05.07	u TUBO PVC D30 mm A 3 m Unidad de tubo de PVC de 32mm de diámetro con altura de 3m. con orado de protección IK-08, para el paso de cableado a través de fachada desde arquetas de canalizaciones subterráneas, incluyendo cimentación con curvatura de tubería hasta entronque con arqueta o cala de tiro. Se debe incluir parte proporcional de soportes, abrazaderas para fijación del tubo en fachada. Incluidos medios auxiliares.							
		4				4,00		
						4,00	195,23	780,92
TOTAL 03.05								11.477,25
TOTAL 03.....								69.477,42

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04	FIRME							
04.01	m3 HORMIGÓN COMPACTADO EN BASE Hormigón compactado en base de firme, de consistencia seca, en espesores de 20/25 cm., con 150 kg. de cemento y 50 kg. de cenizas, extendido, compactado, rasanteado y curado, incluso juntas de dilatación/contracción, con parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares necesarios.							
	alcorques	-1	350,00		0,20	-70,00		
	amito 0	1	3.027,00		0,20	605,40		
	plaza	1	40,00			40,00		
						575,40	86,51	49.777,85
04.02	m3 ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 60% MACHAQUEO Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 15 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.							
	amito 0	1	3.027,00		0,15	454,05		
	plaza solado	1	40,00		0,15	6,00		
	plaza temao	1	26,00		0,15	3,90		
						463,95	23,16	10.745,08
04.03	m3 RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con o.p. de medios auxiliares.							
	relleno alcorques	1	350,00		0,20	70,00		
						70,00	9,19	643,30
TOTAL 04.....								61.166,23

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05	PAVIMENTO							
05.01	m2 PAV LOSAS GRAN TAMAÑO GRANITO 8 cm Colocación de losas de granito gris cadalso de dimensiones 100x100 cm , y 150x150 cm, con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 8 cm, asentada con mortero sobre losa de hormigón, retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.							
	granito 100x100	325	1,00	1,00		325,00		
	granito 150x150	60	1,50	1,50		135,00		
						460,00	65,40	39.284,00
05.02	m2 PAV LOSAS PEQUEÑO TAMAÑO GRANITO 8 cm Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños (50x15 cm, 50x50cm, 100x30 cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 8 cm, asentada con mortero sobre losa de hormigón, retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.							
	granito 15x50	3.965	0,15	0,50		297,38		
	granito 50x50	1.323	0,50	0,50		330,75		
	granito 100x30	545	1,00	0,30		164,70		
						792,83	73,23	58.056,94
05.03	m2 PAV. ADOQUÍN GRANITO GRIS QUINTANA 6x6x8 cm Pavimento de adoquines de granito gris quintana de 8 cm de espesor, corte de cantera y cara superior flameada en dimensiones de 6x6 cm, sentados sobre capa de mortero de cemento, afirmados con maceta y retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.							
	superficie ámbito 0	1	3.027,00			3.027,00		
	superficie losas pequeña	-1	792,83			-792,83		
	superficie losas grandes	-1	460,00			-460,00		
	superficie hormigón	-1	61,67			-61,67		
	alcotques coleposeo	-1	350,00			-350,00		
						1.382,50	47,86	65.209,25
05.04	m2 PAV. HORM. CONTI. DESACT. A. TRITURADO ø=12 cm ARTEMA DESACTIVADO Pavimento continuo de hormigón de árido visto Artema Desactivado 20/T/C de Lafarge o similar, fabricado en central de tamaño máximo de árido 20 mm, árido silicio rodado con microfibras de polipropileno incluidas colocada en capa uniforme de 12 cm de espesor y desactivado superficialmente con aditivos específicos para el dejar el árido descubierto de 2/3 mm, i/ preparación de la base, extendido, reglado, aplicación de aditivos, curado, p.p. de juntas, lavado con agua a presión y aplicación de resinas de acabado. Medido descontado superficie ocupada por piedra. Terminado y ejecutado según planos.							
	zona bandos	1	42,60			42,60		
	plaza puerta purdiana	1	19,07			19,07		
						61,67	49,92	3.078,57

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.05	m2 PAV LOSA GRANITO 6cm/MORTERO Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños(50x15 cm, 50x50cm, 100x30 cm, 100x100cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 6cm, y 100x40x6 con cantos serrados y cara superior al corte cantera para límite de plaza, sentada con mortero de cemento sobre losa de hormigón, rejuntable con hormigón según detalles de proyecto, no incluido en precio. Limpio y terminado. Ejecutado según planos.							
	plaza	1	20,93			20,93		
						20,93	67,15	1405,45
05.06	m2 PAV LOSA GRANITO 6cm/ARENA Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños(50x15 cm, 50x50cm, 100x30 cm, 100x100cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 6cm, sentada con arena sobre base de zahorra, rejuntable terrizo compacto según detalles de proyecto, no incluido en precio. Limpio y terminado. Ejecutado según planos.							
	alcotques	1	174,83			174,83		
						174,83	65,59	11467,10
05.07	m2 PAV. ADOQUÍN GRANITO GRIS QUINTANA 6x6x6 cm Pavimento de adoquines de granito gris quintana de 6 cm de espesor, corte de cantera y cara superior flameada en dimensiones de 6x6 cm, sentados sobre arena, afirmados con maceta y retacado de juntas, barrido, regado con agua, limpieza y curado periódico durante 15 días, terminado y ejecutado según planos.							
	alcotques y rellenos plaza puerta puchena	1	70,00			70,00		
						70,00	37,73	2641,10
05.08	m PLETINA REMATE ACERO PAV. NUEVO Remate de pavimento nuevo de plaza con pletina de acero cortén de 8 mm de espesor y 15 cm de altura, sobre recrido de losa de hormigón HM 20 de 35x15 cm, provista de patillas para anclaje en losa de base de pavimento. Completamente terminado.							
	remate plaza	1	28,00			28,00		
						28,00	35,03	980,84
05.09	m PLETINA REMATE ACERO PAV. EXISTENTE Remate de pavimento existente de plaza con pletina de acero cortén de 8 mm de espesor y 30 cm de altura, sobre dado de hormigón HM 20 de 20x20 cm, provista de patillas para anclaje, in-duso excavación y relleno con tierras procedentes de la excavación. Completamente terminado.							
	remate plaza	1	39,00			39,00		
						39,00	45,79	1765,81

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.10	m2 PAV. LOSETA CEM. BOTÓN COLOR 20x20 Pavimento de loseta hidráulica color rojo de 20x20 cm., con resaltes cilíndricos tipo botón, sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, no incluida en precio, incluso recrecido para igualar nivel con el pavimento de calle peatonal, sentada con mortero de cemento, i/o p. de junta de dilatación, enluchado y limpieza.							
		4,4				4,40		
						4,40	28,08	123,55
05.11	m BORD. HORM. A2 BICAPA 10x20 cm Bordillo de hormigón bicapa, de 10 cm de base y 20 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 15 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.							
	lim aparcamiento	1	37,00			37,00		
	calle paseo	1	5,50			5,50		
	calle rueda López	1	3,00			3,00		
						45,50	18,64	857,22
05.12	m BORD. BARBACANA LATERAL 14-17x28 cm Bordillo barbaca. pieza lateral de 1 m de longitud, de hormigón bicapa, color gris, especial para pasos peatonales y qarajes, de 14 y 17 cm de bases superior e inferior y 28 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.							
	calle paseo	1	2,00			2,00		
	aparcamiento	1	2,00			2,00		
	calle López rueda	1	2,00			2,00		
	plaza	1	2,00			2,00		
						8,00	28,70	229,60
05.13	m BORD. BARBACANA CENTRAL 3-17x17 cm Bordillo barbaca. pieza central de 1 m de longitud, de hormigón bicapa, color gris, especial para pasos peatonales y qarajes, de 3 y 17 cm de bases superior e inferior y 17 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.							
	calle paseo	1	9,00			9,00		
	aparcamiento	1	4,00			4,00		
	calle López rueda	1	3,00			3,00		
	plaza purhena	1	2,00			2,00		
						18,00	27,06	487,08
05.14	m BORD. HORM. C3 BICAPA 17x28 cm Bordillo de hormigón bicapa, de 17 cm de base y 28 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.							
	calle paseo	1	65,00			65,00		
						65,00	24,32	1.580,80
TOTAL 05.....								187.189,31

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06	JARDINERÍA							
06.01	m2 PAVIMENTO DE ALCORQUES: TERRIZO COMPACTO/CAL Pavimento terrizo compacto en base a cal hidráulica natural del tipo Natura Sand o similar de 12 cm de espesor después de compactación. Suministro de Stabex o similar, arenas seleccionadas por D.F. agua :Colocacion ,extendido, nivelado, compactado con rodillo hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95%del proctor modificado, previa preparación de la superficie v posterior retirada v carga a camión de los restos.Terminado según D.F.							
		175				175,00		
						175,00	15,14	2.649,50
06.02	u FICUS RETUSA VAR NÍTIDA Ficus Retusa Var Nítida de 14 a 16 cm. de perímetro de tronco, suministrado en cepellón y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque v primer riego.							
		5				5,00		
						5,00	53,59	267,95
06.03	u ACACIA CYANOPHYLLA Acacia Cyanophylla (acacia azul) de 14 a 16 cm. de perímetro de tronco, suministrado en cepellón y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque v primer riego.							
		4				4,00		
						4,00	49,30	197,20
06.04	u CITRUS AURANTIUM Citrus Aurantium (naranja agrio) de 14 a 16 cm. de perímetro de tronco, suministrado en cepellón y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.							
		2				2,00		
						2,00	87,09	174,18
06.05	u ROBINIA PSEUDOACACIA Robinia Pseudoacacia (falsa acacia) de 14 a 16 cm. de perímetro de tronco, suministrado en cepellón y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.							
		5				5,00		
						5,00	33,99	169,95

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.06	U PROTECC. TRONCO ÁRBOL OBRA C/TABLAS Protección de tronco de árbol en obra con entablamiento de 2 m. de altura total realizado con tabla nueva de pino cosida con hiladas de alambre galvanizado cada 15 cm., separadas del tronco por tacos de poliestireno de alta densidad de 10x10x5 cm. e hincadas en el terreno 10 cm. sin dañar a las raíces ni a las ramas bajas.	30				30,00		
						30,00	120,09	3.602,70
06.07	U ALCORQUE ENRASADO CHAPA ACERO Ø=1 m Alcorque circular enrasado con el pavimento de 1 m de diámetro, formado por chapa de acero cortén de 8 mm de espesor y 15 cm de altura, provista de patillas de anclaje, fijada a base de hormigón HM-20 de 20x20 cm de sección, terminado.							
	calepaseo	1	50,00			50,00		
	plazo	1	2,00			2,00		
						52,00	80,47	4.184,44
TOTAL 06.....								11.245,92

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07	MOBILIARIO URBANO Y SEÑALIZACIÓN							
07.01	m3 HORM. COLOREADO HM-20 ARTEVIA COLOR EN BLANCO							
	Ejecución según planos detalle de banco de hormigón in situ coloreado en toda su masa (color a determinar por la D.F.) HM-20/B/20/I Artevia Color de la marca Comercial Lafarge, o similar, elaborado en central, con dosificación determinada y controlada, y resistencia 20 MPa, tamaño máximo de árido 20mm, con fibras de polipropileno incluidas. i/preparación de la base, extendido, regleado, aplicación de aditivos, curado, p.p.de juntas y aplicación de resina protectora (brillo o mate) una vez limpio.							
	tipo 1	€	0,52			4,68		
	tipo 2	11	0,64			7,04		
						11,72	128,17	1.502,15
07.02	m2 ABURJADADO BANCO							
	Abujardado de la superficie de hormigón con maquinaria para granallar el árido dejándolo descubierto de 2/3 mm cuando el hormigón ha adquirido una resistencia mínima de 15 MPa, incluso limpieza de la superficie final.							
	osiento tipo 1	€	1,00			9,00		
	osiento tipo 2	11	1,22			13,42		
	alzado banco 1	1	21,00	0,40		8,40		
	alzado banco tipo 2	1	25,00	0,40		10,00		
	alzado banco 3	1	25,51	0,40		10,20		
	alzado banco 4	1	13,72	0,40		5,49		
						56,51	20,00	1.130,20
07.03	u JUNTA METÁLICA DE ACERO GALVANIZADO ø=3 mm							
	Pletina de acero galvanizado de 3 mm de espesor y 10 cm de ancho, según definición de planos, para realización de junta de banco, provista de patillas de anclaje, colocada y terminada.							
		16				16,00		
						16,00	23,25	372,00
07.04	kg ACERO CORRUGADO B 500 S							
	Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, en banco de hormigón, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A.							
	tipo 1	€	48,04	0,39		188,62		
	tipo 2	11	50,38	0,39		216,13		
						384,75	1,45	557,89
07.05	m2 ENCOFRADO VISTO ALZADO MUROS/BANCOS H.A.							
	Encofrado visto en alzados de muros de hormigón armado, con tablero fenólico para cuatro puestas, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado							
	tipo 1	€	5,00	0,52		26,40		
	tipo 2	11	5,17	0,52		28,57		
						52,97	29,43	1.558,91
07.06	u COLOCACIÓN DE SEÑAL EXISTENTE							
	Colocación de señal desmontada durante las demoliciones y acopiada en obra, totalmente colocada.							
		5				5,00		

13 noviembre 2022

25

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07.07	u SEÑALIZACIÓN VERTICAL NUEVA Colocación de señales de tráfico u otras que fueran necesarias, incluyendo postes, vimentación, dejándola totalmente instaladas. A definir por el Ayuntamiento y la D.F.					5,00	38,71	193,55
07.08	m2 PINTURA TERMOPLÁSTICA SÍMBOLOS Pintura termoplástica en frío dos componentes, reflexiva, blanca, para marcado de entradas de garaje y zonas de carga y descarga, realmente pintado, incluso barrido y premarcado sobre el pavimento, con una dotación de pintura de 3 kg/m2 y 0,6 kg/m2 de microesferas de vidrio.					10,00	176,21	1.762,10
	señalización vados	1	33,00	0,10		3,30		
07.09	u PAPEL BASCUL SIMPLE EN POSTE 40l Suministro y colocación de papelería basculante, de cubeta cilíndrica en plancha embutida de 2 mm, zincada, fosfatada y pintura anticorrosiva oxirón gris, de 40 l de capacidad, con mecanismo basculante, y poste cilíndrico de 1,25 m y 80 mm de diámetro, instalada. Modelo histórico o similar a aprobar por la D.F.					3,30	20,10	66,33
		8				8,00		
						8,00	147,84	1.182,72
TOTAL 07								8.325,85

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08	REPARACIONES							
08.01	m2 RESTAURACIÓN DE REVESTIMIENTO CON PINTURA A LA CAL							
	Restauración de revestimiento con pintura a la cal, color similar al de la fachada a reparar, aplicada con brocha o rodillo, mediante mano de fondo (rendimiento 0,125 l/m²) y mano de acabado (rendimiento 0,125 l/m²), sobre paramento vertical, revestido previamente con revoco de mortero técnico de cal natural o mortero bastardo de cal, completamente curado y de absorción homogénea (no incluido en este precio); previa aplicación, mediante brocha, de imprimación (rendimiento 0,125 l/m²).							
	fachada pintada	1	9,00	0,50		4,50		
						4,50	9,08	40,86
08.02	m2 MORTERO DE REPARACIÓN							
	Capa intermedia de preparación de fachadas y soportes verticales para nivelación, regularización de texturas y reparación de grietas mediante el tendido a llana de masilla de mortero de reparación a razón de 1,3 Kg/m² para posterior pintado a las 24 horas, según ficha técnica del producto							
	fachada pintada	1	9,00	0,50		4,50		
						4,50	21,96	98,82
08.03	m2 MORTERO IMPERM. CEMENTOSO BICOMPONENTE SYLASTIC BUTECH							
	Mortero impermeabilizante cementoso bicomponente de gran elasticidad Sylastic de Butech. Mezclado en relación 8 litros de componente líquido (copolímeros de naturaleza orgánica en dispersión acuosa) y 24 kg de componente polvo (cementos de alta resistencia, cargas minerales, fibras sintéticas y aditivos específicos). Limpieza del soporte y humectación, en caso de soportes muy absorbentes o con temperatura superior a 15°C. Aplicado en dos manos sobre hormigón o enfoscados, con llana lisa, incluso armado entre ambas manos con malla de fibra de vidrio para prevenir retracciones.							
	límite fachadas	1	130,00	0,47		61,10		
						61,10	22,06	1.347,87
08.04	m2 PAV. TERRAZO RELIEVE PULIDO 40x40x4							
	Pavimento de baldosa de terrazo relieve, acabado superficial pulido, de 40x40x4 cm, o similar a la existente en calle Puerta de Purchena, colocada sobre solera existente, sentada con mortero de cemento, i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.							
		15				15,00		
						15,00	31,24	468,60
08.05	m BORD.HORM. A1 BICAPA 14x20 cm							
	Bordillo de hormigón bicapa, de 14 cm de base y 20 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 15 a 20 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		13				13,00		
08.06	m2 REPARACIÓN CALZADA 35 cm ZAHORRA A. Y M.B.C. Reparación de calzada de firme granular y mezcla bituminosa en caliente, profundidad de excavación 45 cm, con 35 cm de zahorra artificial, husos ZA(40), ZA(25), 5 cm de M.B.C. AC-22 SURF 50/70 S y 5 cm. M.B.C AC-16 SURF 50/70 S, puesta en obra, extendida y compactada, incluyendo excavación, y preparación de la superficie de asiento.					13,00	20,16	262,08
		40				40,00		
08.07	m2 PAV. LOSETA 4 PAST. CEM. GRIS 20x20 Pavimento de loseta hidráulica, 4 pastillas, color gris de 20x20 cm, sobre solera de hormigón existente, sentada con mortero de cemento, i/b.p. de junta de dilatación, enluchado y limpieza.					40,00	28,03	1.121,20
		4,5				4,50		
08.08	m2 PAV. ADOQ. CON ADOQUIN RECUPERADO DE DEMOLICIONES Colocación de pavimento de adoquín en calle Rueda López, recuperado de las demoliciones efectuadas en esa calle, colocado sobre cama de arena de río, rasanteada, de 3/4 cm de espesor, dejando entre ellos una junta de separación de 2/3 mm para su posterior relleno con arena caliza de machaqueo, i/recebado de juntas, barrido y compactación, a colocar sobre base firme existente.					4,50	26,01	117,05
		12				12,00		
08.09	m2 PAV. GRANITO RECUPERADO DE DEMOLICIONES Pavimento de losas de granito recuperadas del levantado del pavimento de la Plaza de Puerta de Purchena, sentadas con mortero de cemento sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, v 10 cm, de espesor, i/retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza, terminado.					12,00	11,76	141,12
	plaza de Puerta Purchena	1	65,00			65,00		
08.10	m2 PAV. CONTINUO HORM. FRATASADO MANO a=10 cm Pavimento continuo de hormigón HA-25/P/20/I, de 10 cm de espesor, armado con mallazo de acero 30x30x6, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, reoleado, vibrado, fratasado, curado, v p.p., de juntas.					65,00	33,11	2.152,15
	paseo 42	1	60,00			60,00		
08.11	m2 DESMONTADO ZÓCALOS BALDOSAS GRANITO Desmontado de zócalos de baldosas de granito, realizada a mano, con recuperación de las piezas, retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero o planta de reciclaje, según NTE/ADD-10.					60,00	15,61	936,60

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	reparación fachada	1	91,00		0,25	22,75		
						22,75	20,14	458,19
08.12	m2 MONTADO DE ZÓCALOS BALDOSA GRANITO							
	Montado de zócalo de baldosas de granito con piezas existentes, recibido con mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N y arena de río M-5, ii/preparación de piedras, recibido, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-EFP, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.							
	reparación de fachada	1	91,00		0,25	22,75		
						22,75	60,58	1.378,20
	TOTAL 08							8.522,74

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09	GESTIÓN DE RESIDUOS							
09.01	m3 TRANSP.CANT.<20km.CARGA MEC. Transporte de tierras a cantera autorizada por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la comunidad autónoma correspondiente), a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, canon de vertido, carga y p.p. de medios auxiliares. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre).							
	tierras desmonte	1	673,94				673,94	
	vaciados telefonía	1	36,75				36,75	
	vaciados alumbrado	1	33,71				33,71	
	vaciados electricidad	1	16,50				16,50	
	vaciados saneamiento	1	35,25				35,25	
	vaciados riego	1	3,92				3,92	
	rellenos alcorque	-1	52,50				-52,50	
	rellenos demoliciones	-1	5,37				-5,37	
	rellenos remate plaza	1	1,80				1,80	
							744,00	15,91
								11837,04
09.02	m3 CARGA/TRAN. VERT.<20km.MAQ/CAM.ESC. Carga y transporte de escombros vertedero autorizado por transportista autorizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente, a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre)							
	petro	1	649,13				649,13	
							649,13	23,63
								15336,94
09.03	m3 CARGA/TRAN.PLAN.<20km.MAQ/CAM.ESC.MIX. Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a Planta de Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD's) por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de entrada a planta, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre. Plan Nacional de Residuos de construcción y demolición 2001)							
	no petro	1	121,17				121,17	
							121,17	23,61
								2885,06

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09.04	m3 TRATAM. SACA ENVASES PLÁST. CONT. Tratamiento en planta por gestor autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente) de envases de plástico vacíos contaminados (ej. garrafas de desenco-frante, sellantes de silicona...) almacenadas en la instalación en sacas (big-bags) de un metro cúbico y paletizados, que deben adquirirse la primera vez, y/ etiquetación por parte de peón de la saca correspondiente. (Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.)							
		1	95,21			95,21		
						95,21	66,76	6.356,22
09.05	m3 ALQUILER CONTENEDOR RCD 8m3 Coste del alquiler de contenedor de 8 m3 de capacidad para RCD, sólo permitido éste tipo de residuo en el contenedor por el gestor de residuos no peligrosos (autorizado por la Consejería de Medio Ambiente).							
		4	9,00			36,00		
						36,00	63,15	2.993,40
TOTAL 09.....								39.410,66

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10	SEGURIDAD Y SALUD							
10.01	INSTALACIONES							
10.01.01	mes ALQUILER CASETA ALMACÉN 11,36 m2 Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 4.64x2.45x2.45 m. de 11.36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0.6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0.80x2.00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recojida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	9				9,00		
						9,00	117,34	1.056,06
10.01.02	mes ALQUILER CASETA ALMACÉN 7,91 m2 mes ALQUILER CASETA ALMACÉN 7,91 m2 Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 3.55x2.23x2.45 m. de 7.91 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0.6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0.80x2.00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recojida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	9				9,00		
						9,00	99,29	893,61
10.01.03	mes ALQUILER CASETA COMEDOR 19,40 m2 Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 7.92x2.45x2.45 m. de 19.40 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada. aislamiento de poliestireno expandido auto-extinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta de chapa galvanizada reforzada con perfil de acero: fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablero lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0.8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático. 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recojida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	9				9,00		
						9,00	183,93	1.655,37

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10.01.04	mes ALQUILER CASETA 2 OFICINAS+ASEO 19,40 m2 Mes de alquiler de caseta prefabricada para dos despachos de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta de chapa galvanizada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablero lacado. Divisiones en tablero de melamina. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km. (ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	9				9,00		
						9,00	212,07	1908,63
10.01.05	u TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	5				5,00		
						5,00	32,77	163,85
10.01.06	u BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 3 usos).	1				1,00		
						1,00	33,91	33,91
10.01.07	u BOTIQUÍN DE URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	1				1,00		
						1,00	77,02	77,02
10.01.08	u MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 3 usos).	1				1,00		
						1,00	64,38	64,38

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10.01.09	m ACOMETIDA ELÉCT. CASETA 4x6 mm ² Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por man- quera flexible de 4x6 mm ² de tensión nominal 750 V., incorporando con- ductor de tierra color verde y amarillo, fiada sobre apoos intermedios cada 2.50 m. instalada.							
		40				40,00		
						40,00	4,62	184,80
TOTAL 10.01								6.037,63
10.02	PROTECCIONES COLECTIVAS							
10.02.01	m BARAND.PROTECCIÓN LATERAL ZANJAS Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tablones de madera de pino de 20x7 cm. vestaouillas de madera de D=8 cm. hincadas en el terreno cada 1.00 m. (amortizable en 3 usos), in- cluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.							
		1	143,00			143,00		
						143,00	7,10	1.015,30
10.02.02	m VALLA ENREJADO GALV. PLIEGUES Valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,50x2,00 m. de altura, enrejados de malla de D=5 mm. de espesor con cuatro plieques de refuerzo, bastidores vertica- les de D=40 mm. v1.50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hor- miqón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,50 m., accesorios de fijación, consi- derando 5 usos, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97.							
		1	165,00			165,00		
		1	67,00			67,00		
		1	98,00			98,00		
						330,00	4,97	1.640,10
10.02.03	m ² PASARELA METÁLICA SOBRE ZANJAS Pasarela de protección de zanjas, pozos o hueco, en superficies horizonta- les con chapa de acero de 12 mm., incluso colocación y desmontaje (amortiz. en 10 usos). s/R.D. 486/97.							
		1	3,00			3,00		
		1	4,00			4,00		
						7,00	6,11	42,77
10.02.04	u VALLA CONTENCIÓN DE PEATONES Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de lar- go y 1 m. de altura, color amarillo, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.							
		12				12,00		
						12,00	6,92	83,04
10.02.05	u TAPÓN PROTECTOR "TIPO SETA" ESPERAS ARM. Colocación de tapón protector de plástico "tipo seta" de las puntas de ace- ro en las esperas de las ar- maduras de la estructura de hormi qón armado (amortizable en tres usos), incluso retirada antes del vertido del hormi qón.							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		50				50,00		
						50,00	0,08	4,00
10.02.06	u TAPA PROVISIONAL ARQUETA 51x51 Tapa provisional para arquetas de 51x51 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).							
		10				10,00		
						10,00	5,57	55,70
10.02.07	u EXTINTOR POLVO ABC 3kg. PRLINC. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 13A/55B, de 3 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.							
		7				7,00		
						7,00	24,07	168,49
10.02.08	u EXTINTOR CO2 2kg. ACERO Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, con 2 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.							
		7				7,00		
						7,00	58,30	408,10
10.02.09	u TRANSFORMADOR DE SEGURIDAD Transformador de seguridad con primario para 220 V. y secundario de 24 V. y 1000 W., instalado (amortizable en 5 usos). s/R.D. 486/97 y R.D. 614/2001.							
		1				1,00		
						1,00	31,80	31,80
TOTAL 10.02								3.449,30
10.03	PROTECCIONES INDIVIDUALES							
10.03.01	u GAFAS ANTIPOLVO Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		2				2,00		
						2,00	0,81	1,62
10.03.02	u GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		4				4,00		
						4,00	2,44	9,76
10.03.03	u CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con almohadilla a la nuca. (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		3				3,00		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10.03.04	u PAR DE BOTAS BAJAS DE AGUA (NEGRAS) Par de botas bajas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					3,00	3,88	11,64
		22				22,00		
						22,00	6,55	144,10
10.03.05	u PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		20				20,00		
						20,00	24,08	481,60
10.03.06	u MONO DE TRABAJO POLIESTER-ALGODÓN Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		22				22,00		
						22,00	21,27	467,94
10.03.07	u CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE Chaleco de obras con bandas reflectante. Amortizable en 1 usos. Certificado CE. s/R.D. 773/97.							
		22				22,00		
						22,00	4,07	89,54
10.03.08	u CASCO DE SEGURIDAD AJUST. ATALAJES Casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje. para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		22				22,00		
						22,00	5,03	110,66
10.03.09	u PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		20				20,00		
						20,00	1,34	26,80
10.03.10	u SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		2				2,00		
						2,00	7,16	14,32
10.03.11	u PAR DE BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		3				3,00		
						3,00	12,57	37,71

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10.03.12	u PAR GUANTES AISLANTES 5000 V. Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.							
		3				3,00		
						3,00	9,30	27,90
TOTAL 10.03								1.423,59
10.04	SEÑALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO							
10.04.01	u CARTEL PVC.200x300 mm. OBL., PROH. ADVER. Cartel senografiado sobre planchas de PVC blanco de 0.6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.							
		15				15,00		
						15,00	3,73	55,95
10.04.02	u CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B.I. Cartel senografiado sobre planchas de PVC blanco de 0.6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97.							
		15				15,00		
						15,00	4,43	66,45
10.04.03	u PANEL COMPLETO PVC 700x1000 mm Panel completo senografiado sobre planchas de PVC blanco de 0.6 mm. de espesor nominal. Tamaño 700x1000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", i/colocación. s/R.D. 485/97.							
		2				2,00		
						2,00	11,50	23,00
10.04.04	h BRIGADA DE SEGURIDAD Oficial y peón encargados exclusivamente para la modificación de las medidas preventivas según el avance de obra.							
		160				160,00		
						160,00	16,71	2.673,60
TOTAL 10.04								2.819,00
TOTAL 10								13.729,52
TOTAL								423.787,52

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01		DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS	
01.01		DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO	
01.01.01	m	DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE BORDILLO Demolición y levantado de bordillo de cualquier tipo y cimientos de hormigón en masa, de espesor variable, incluso retirada de la zona de trabajo para su transporte a vertedero, o acopio en obra para su posterior reutilización en reparaciones de calle.	1,55
01.01.02	m3	LEVANTADO DE COMPRESOR PAVIMENTO ASFALTO Levantado con compresor de firme asfáltico, medido sobre perfil de espesor variable, incluso retirada de la zona de trabajo para su transporte a vertedero.	30,22
01.01.03	m2	DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE ACERA Demolición y levantado de aceras de terrazo, con solera de hormigón en masa 10/15 cm. de espesor, incluso retirada de escombros y carga sobre camión, para su transporte a vertedero o planta de reciclaje.	5,54
01.01.04	m2	DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE ADOQUINADO Demolición y levantado de aceras de adoquín quebrado de hormigón, con solera de hormigón en masa 10/15 cm. de espesor, incluso retirada de escombros y carga sobre camión, para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, o acopio en obra para su posterior reutilización en reparación de calle Paseo de Almería.	5,54
		CINCO con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.02		DEMOLICIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO	
11	u	DESMONTADO PTO. LUZ CON BÁCULO h=10m Desmontado de punto de luz en vías públicas, formado por luminaria, alojamiento de equipo eléctrico, y lámpara de descarga, montada sobre báculo de 10 m. de altura, aflojando los pernos de anclaje y placa de asiento, con recuperación del material, incluso medidas de protección, medios de elevación carga y descarga. Incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra.	65,22
		SESENTA Y CINCO con VEINTIDÓS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
13	u	DESMONTADO FAROLA ORNAMENTAL H=3,5 m Desmontado de punto de luz en vías públicas, formado por luminaria tipo farola ornamental, montada sobre columna ornamental de fundición, tipo Villa, aflojando los pernos de anclaje y placa de asiento, con recuperación del material, incluso medidas de protección, medios de elevación carga y descarga. Incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra.	48,27
12	m3	DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN HORMIGÓN A MAQUINA Demolición de cimentaciones o elementos aislados de hormigón en masa o armado, con retro-pala con martillo rompedor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas.	98,17
14	m2	DEMOLICIÓN ARQUETA F.A.B. LADRILLO MACIZO 1/2 PIE Demolición de arqueta de fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas.	19,21
15	u	DESMONTADO INST. ELÉCTRICA BAJA Desmontado de red de instalación eléctrica de parque infantil, incluyendo canalización, cuadro eléctrico y cableado, con recuperación de elementos, tubos, cajas, mecanismos, incluso, retirada de escombros y carga sobre camión, para posterior transporte a vertedero o planta de reciclaje.	130,15
16	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MANO<2m. Excavación en zanjas, hasta 2 m de profundidad, en terrenos flojos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, incluso retirada de canalización y cableado de alumbrado a demoler, con retirada de escombros, sin incluir transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	30,90
17	m3	RELLENOS COMPACTADO ZANJA C/RANA SIN APORTE Relleno, extendido y compactado al 100% proctor normal de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en toneladas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	25,38

VEINTICINCO con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01.03		DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS	
01.03.01	u	DESMONTADO Y RELOCACIÓN DE BLOQUES DE GRANITO Levantado de bloques de granito situados al inicio de la Plaza de la Constitución, incluso reubicación e instalación dentro de la propia obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.	39,13
01.03.02	u	SEÑALES Levantado de todo tipo de señal vertical (señal de tráfico, panel informativo, publicitario...), anclada al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso carga en camión y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, limpieza, y p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra. M	TREINTA Y NUEVE con TRECE CÉNTIMOS 2,35
01.03.03	u	BOLARDOS Levantado de bolardos, anclados al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso carga en camión y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra para su recidaje posterior o transporte a vertedero. Incluyendo accesorios, limpieza, y p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.	DOS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS 2,35
01.03.04	u	BANCOS Levantado de banco anclado al pavimento, por medios manuales, incluso carga en camión grúa y transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.	DOS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS 5,31
01.03.05	u	PAPELERAS Levantado de papelería, anclada al terreno o al pavimento, con medios manuales, incluso transporte a lugar de almacenaje fuera de la obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, limpieza, y p.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada en obra.	CINCO con TREINTA Y UN CÉNTIMOS 2,41
			DOS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01.03.06	u	CABINA TLFO Levantado de cabinas de teléfono, incluso reubicación e instalación dentro de la propia obra, con aprovechamiento de elementos de sujeción y accesorios, o.p. de medios auxiliares, medida la unidad levantada e instalada en obra.	117,70
CIENTO DIECISIETE con SETENTA CÉNTIMOS			
01.04	DEMOLICIÓN DE IMBORNALES		
01.04.01	m	DEMOLICIÓN COLECTOR ENTERRADO D<30 cm Demolición de colector o albañal, hasta D=30 cm., por medios manuales, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero o planta de reciclaje, incluso reparación de pozo al que acomet	6,68
01.04.02	u	DEMOLICIÓN IMBORNAL SEIS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	10,50
01.04.03	m3	EXCAVACIÓN Y RELLENO ZANJA SANEAMIENTO Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación, compactado al 100%proctor normal, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana y con p.p. de medios auxiliares.	40,81
CUARENTA con OCHENTA Y UN CÉNTIMO			
01.05	DEMOLICIONES TELEFONÍA		
01.05.01	m3	DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN HORMIGÓN A MÁQUINA Demolición de cimentaciones o elementos aislados de hormigón en masa o armado, con retro-pala con martillo rompedor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas	98,17
01.05.02	u	DESMONTAJE DE POSTES Levantado de poste de telefonía tras la retirada del cableado, cajas y demás elementos de las instalaciones correspondientes, incluso retirada fuera del lugar de trabajo para su reutilización fuera de la obra o transporte a vertedero	229,44
01.05.03	m3	RELLENO/COMPACTADO ZANJA C/RANA S/APORTE Relleno, extendido y compactado al 100%proctor normal de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso reado de las mismas, y con o.p. de medios auxiliares.	25,38
VEINTICINCO con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
02		MOVIMIENTO DE TIERRAS	
02.01	m2	RASANTEO CORONACIÓN DESMONTE Rasanteo y refino de la superficie de coronación de desmonte, en terreno sin clasificar, así como aporte del material necesario y retirada del sobrante a vertedero o lugar de empleo, extendido, humectación y compactación.	0,64
02.02	m3	DESMONTE TIERRA EXPLANAC. S/TRAN&VERT.<10 km Desmonte en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluso transporte de los productos en lugar de empleo hasta 10 km. de distancia.	5,13
02.03	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MANO <2m Excavación en zanjas, hasta 2 m de profundidad, en terrenos floios, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	30,90
		TREINTA con NOVENTA CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03		INSTALACIONES	
03.01		ALUMBRADO	
03.01.01		PUNTOS DE LUZ	
03.01.01.01	u	2 PUNTOS FOCAL + COLUMNA DE 6m Instalación de punto de luz formado por dos proyectores tipo NEOS 2 o similar, IP66 con lámpara de Hal. M. 70W, columna de 6 m. de altura, compuesta por los siguientes elementos: columna tronco-cónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0.6/1 kV, pica de tierra, arueta de paso y derivación de 0.40 cm. de ancho, 0.40 de largo y 0.60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón HA-25/P/40/IIa y pernos de anclaje, montado y conexionado. Totalmente instalado.	1205,64
		MIL DOSCIENTOS CINCO con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
03.01.02		CANALIZACIÓN	
03.01.02.01	m	LÍNEA ALUMB.P.4(1x10)+T.16Cu. C/EXC. 2 TUBOS D90 Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 4(1x10) mm ² con aislamiento tipo RV-0.6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PE alta densidad doble pared, interna lisa, corrugada exterior D=90 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, según detalles incluidos en la documentación del proyecto, incluso excavación, relleno con materiales sobrantes, sin reposición de acera o calzada. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	25,19
		VEINTICINCO con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
03.01.02.02	m	LÍNEA ALUMB.P.4(4x10)+T.16 Cu. C/EXC. 4 TUBOS D90 Línea de alimentación para alumbrado público, formada por conductores de cobre 4(1x6) mm ² con aislamiento tipo RV-0.6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PE alta densidad doble pared, interna lisa, corrugada exterior D=90 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, según detalles incluidos en documentación de proyecto, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme del pavimento, sin reposición de acera o calzada. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	40,28
		CUARENTA con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.01.02.03	u	ARQUETA 40x40x60 cm. PASO/DERIV. Arqueta 40x40x60 cm. libres, para paso, derivación o toma de tierra, i/excavación, solera de 10 cm. de hormigón, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río, con cerco y tapa cuadrada 50x50 cm. en fundición.	95,23
03.01.02.04	u	INTERRUPTOR ASTRONÓMICO Punto de interruptor horario Astronómico Digital, realizado en tubo PVC corrugado M20/qp5 negro y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5mm ² , a instalar en la acometida de la nueva instalación, totalmente montado, configurado y conexionado.	NOVENTA Y CINCO con VEINTITRÉS CÉNTIMOS 170,60
03.01.02.05	m	CIRCUITO TRIFÁSICO POTENCIA 10 A Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A, o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC de 40x100 mm., a instalar en la acometida de la nueva instalación, incluyendo interruptor automático de 10 A y diferencial de 300mA, con parte proporcional de accesorios de montaje.	CIENTO SETENTA con SESENTA CÉNTIMOS 303,14
03.02		SANEAMIENTO	TRESCIENTOS TRES con CATORCE CÉNTIMOS
03.02.01	m	CANAL. POLIMIL=75cm D=300x300 C/REJ.TR.FD Canaleta de drenaje superficial para zonas de carga pesada, tipo D-400, formado por piezas prefabricadas de hormigón polímero de 300x300 mm. de medidas exteriores, sin pendiente incorporada y con rejilla de fundición dúctil de 300 mm de ancho, colocadas sobre cama de hormigón HM-20, según indicaciones de planos, incluso con p.p. de piezas especiales, pequeño material, cortes necesarios y juntas de dilatación, montado, nivelado y con p.p. de medios auxiliares. Totalmente instalado, incluso recibido a saneamiento.	CIENTO TREINTA Y NUEVE con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS 139,66

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.02.02	u	IMBORNAL DE OBRA Imbornal para recojida de aguas pluviales, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P40/1; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento CSIV-W2 y con rejilla de fundición sobre cerco de ángulo, terminado v con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior. Recibido a tubo de saneamiento. Según UNE-EN998-1:2010 y UNE-EN998-2:2004.	149,06
03.02.03	u	POZO LADRILLO CON ABSORBEDERO D=80 cm h=1,50 m Pozo de registro de 80 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre conectado a absorbadero, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco y tapa tipo absorbadero de fundición, de 78x84 cm., con rejilla, tragante y tapa de 63 cm, recibido, totalmente terminado, i/enrase a pavimentos vconexión, terminado, vcon p.p. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN998-2:2004.	CIENTO CUARENTA Y NUEVE con SEIS CÉNTIMOS 386,98
03.02.04	u	POZO LADRILLO REGISTRO D=110 cm h=1,50 m Pozo de registro de 110 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor; enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco y tapa de fundición tipo calzada, recibido, totalmente terminado, y con p.p. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN998-2:2004.	TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS 405,15 CUATROCIENTOS CINCO con QUINCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.02.05	u	POZO LADRILLO REGISTRO D=80 cm h=1,50 m Pozo de registro de 80 cm de diámetro interior y hasta 1,5 m de profundidad libre, construido con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P40/ de 30 cm de espesor, enfoscado y bruñido por el interior, con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, incluso recibido de pates, formación de canal en el fondo del pozo y de brocal asimétrico en la coronación, cerco y tapa de fundición tipo calzada, recibido, totalmente terminado, y con p.p. medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.	253,85
03.02.06	m	TUB. ENT. PVC CORR. J. ELAS S/N8 C. TEJA 315 mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m ² ; con un diámetro 315 mm, y con unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm, debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm, por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	47,26
03.02.07	m	REFUERZO CANALIZ. SANEAM. D=30 Refuerzo de canalizaciones de saneamiento de 30 cm. de diámetro interior, con hormigón de central HM-20/P/20/1, con un espesor de 15 cm, bajo la generatriz del tubo y recubrimiento de 15 cm, por encima de la generatriz superior, y 30 cm por los laterales, i/vertido y vibrado, s/NTE. ISA-10, terminado.	64,67
03.02.08	m3	EXCAV. ZANJA TERRENO TRÁNSITO Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso acopio de la misma para su reutilización en obra o retirada de la zona de trabajo para su transporte a vertedero, sin incluir éste.	3,68
03.02.09	m3	RELLENO ZANJAS/MATERIAL EXCAVACIÓN Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95 % del proctor modificado, y compactado al 100 % proctor normal, por encima de 30 cm desde la generatriz superior del colector a enterrar.	3,87
		TRES con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.02.10	m3	EXCAVACIÓN CIM. POZOS T. TRÁNSITO AG. Excavación en cimientos y pozos en terreno de tránsito, incluso agotamiento de agua, carga y transporte de los productos de la excavación para su retirada a vertedero o lugar de empleo.	13,33
03.02.11	m	PUESTA A COTA DE POZO EXISTENTE Puesta a cota de pozo de registro existente, construido con fábrica de ladrillo tosco, de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-10, enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento y arena de río, CSIV-W2, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la sobreexcavación, ni el relleno perimetral posterior. Según UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004.	143,09
03.02.12	u	SUSTITUCIÓN DE TAPAS DE POZO DE REGISTRO Sustitución de tapas circulares actuales de registro, por tapas de fundición con marco cuadrado 80x80 cm. Para una clase de resistencia D-400. Deberá incluir en su nomenclatura la clase de resistencia, el titular de la instalación, y el nombre de la red que sirve. Completamente instalado y con p.p. de medio auxiliares. Incluso retirada de las existentes hasta lugar de empleo o vertedero.	112,58
CIENTO DOCE con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
03.03	RIEGO		
03.03.01	m	TUB. PEBD ENTERRADO PE40 PN4 D=16 mm Tubería de polietileno baja densidad PE40, para instalación enterrada de red de riego, para una presión de 4 kg/cm ² , de 16 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, en el interior de zonas verdes o canalización de riego bajo aceras, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	1,27
03.03.02	m	CANALIZACIÓN BIACERA PREVISTA Canalización con tubo de PVC de 100 mm. de diámetro, bajo acera prevista, i/e excavación en zanja 40x60 cm. y relleno de fondo con 5 cm. de arena de río vvesto c/tierras excavadas.	17,18
DIECISIETE con DIECIOCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.03.03	m	TUB.PEBO ENTERR CIG-OT.INTEGR. Ø50 cm D=16 Formación de anillo, según especie, para riego subterráneo por goteo a una profundidad aproximada de unos 20 cm, realizado con tubería de polietileno de baja densidad con goteo integrado autolimpiante y autocompensante cada 50 cm de 16 mm de diámetro, i/apertura de zanjas, colocación de tuberías vtapado de las mismas, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, sin incluir tubería general de alimentación, piezas pequeñas de unión nilos automatismos y controles.	1,80
03.03.04	u	VÁLVULA ESFERA LATÓN D=1" Válvula de corte de esfera, de latón, de 1" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.	20,22
03.03.05	u	VÁLV. REG. PRES. METAL C.MAN. D=1" Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.	136,36
03.03.06	u	ELECTROV. 24V REGULADORA CAUDAL 1" Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulador de caudal, con conexión de 1", completamente instalada sin i/pequeño material.	36,78
03.03.07	u	PROGRAMADOR AUTÓNOMO 4 ESTAC. HUNTER NODE-400 Programador autónomo Hunter NODE-400, de cuatro estaciones: funciona con solenoide de impulsos latch de 9 voltios (no inducido). Dimensiones: Diámetro 8,25x5 cm. Para instalación dentro de arqueta. Tiempos de riego por estación de 0 a 240 minutos. Funciona con pila alcalina de 9 v.	252,88
03.03.08	u	FILTRO DE PLÁSTICO ANILLAS 1" Suministro e instalación de filtro de anillas de plástico para riego por goteo, carcasa de PVC, D=1", i/piezas y accesorios, instalado.	21,39
03.03.09	u	VENTOSA/PURGADOR SIMPLE METAL ROSCA Ventosa/purgador automático simple, de metal, rosca qas 25 mm de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/accesorios, completamente instalada.	63,41

SESENTA Y TRES con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.03.10	u	ARQUETA 60x60x40 cm. RIEGO. Arqueta 60x60x40 cm. libres, para riego, i/excavación, solera de 10 cm de hormigón con formación de pendiente hacia hueco central, base rellena de grava, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cemento CSIV-W1, con cerco y tapa cuadrada 60x60 cm. en fundición.	105,59
CIENTO CINCO con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
03.04	ELECTRICIDAD		
03.04.01	u	CONEXIONADO A LA RED EXISTENTE Conexión a la red de distribución de las nuevas instalaciones para su puesta en explotación, incluso desconexión y desmontaje de las antiguas instalaciones a desmantelar. Todo ello ejecutado por la empresa en propiedad de la instalación o en convenio por la misma.	3.385,32
TRES MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS			
03.04.02	m	LÍN.SUBT.AC.B.T.3x150+1x95 AL 2 TUBOS 160 mm Línea de distribución en baja tensión, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm ² Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25, montaje de cables conductores en tubo corrugado de doble pared D160, incluyendo uno de reserva, relleno con tierra procedente de la excavación, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalada, transporte, montaje y conexionado.	37,66
TREINTA Y SIETE con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
03.04.03	m	CANALIZACIÓN DE RESERVA 2 TUBOS 160 mm Canalización de reserva, sin cableado, para red eléctrica, hasta interceptar canalización existente mediante arqueta de registro no incluida en precio. Realizada en instalación subterránea bajo acera, en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25, montaje de dos tubos corrugado de doble pared D160, relleno con tierra procedente de la excavación, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; Incluyendo retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje. Sin incluir cableado, ni arquetas de registro.	9,08
NUEVE con OCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.04.04	m	LÍN.SUBT.CA.L.B.T.3x150+1x95 Al. 4 TUBOS 160 mm Linea de distribución en baja tensión, enterrada bajo zona de tránsito de vehículos, entubada, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm² Al. RV 0.6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, sin reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalación, transporte, montaje y conexión.	57,94
		CINCUENTA Y SIETE con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
03.04.05	u	ARQUETA 60x60x80 cm. PASO/DERIV. Linea de distribución en baja tensión, enterrada bajo zona de tránsito de vehículos, entubada, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm² Al. RV 0.6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea en zanja, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/I hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, sin reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada de los productos sobrantes para su transporte a vertedero o planta de reciclaje, y pruebas de rigidez dieléctrica, instalación, transporte, montaje y conexión.	153,83
		CIENTO CINCUENTA Y TRES con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
03.04.06	u	ARQUETA 80x80x80 cm. PASO/DERIV. Arqueta 80x80x80 cm. libres, para paso, derivación o toma de tierra, i/excavación, solera de 10 cm. de hormigón con formación de pendiente y apertura central para evacuación de agua, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscada interiormente con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río, base rellena de grava, con cerco y tapa cuadrada 90x90 cm. en fundición.	289,55
		DOS CIENTOS OCHENTA Y NUEVE con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.04.07	u	ARQUETA CIEGA 60x60x55 cm. Arqueta ciega de 60x60x55 cm, bajo solado de acera, sin incluir éste, para derivación hasta cuadro de acometida instalado en fachada. i/e excavación, solera de hormigón, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie enfoscado con mortero de cemento CSIV-W1 y arena de río y tapa prefabricada de hormigón de 70x70x6 cm.	72,65
03.04.08	u	TUBO PVC D30 mm A3m Unidad de tubo de PVC de 32mm de diámetro con altura de 3m, con grado de protección IK-08, para el paso de cableado a través de fachada desde arquetas de canalizaciones subterráneas, incluyendo cimentación con curvatura de tubería hasta entronque con arqueta o cala de tiro. Se debe incluir parte proporcional de soportes, abrazaderas para fijación del tubo en fachada. Incluidos medios auxiliares	SETENTA Y DOS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS 195,23
03.04.09	m	CABLEADO HASTA CUADRO DE ACOMETIDA Cableado hasta cuadro de acometida, instalado en fachada o/y bajo tubo de PVC, no incluido.	CIENTO NOVENTA Y CINCO con VEINTITRÉS CENTIMOS 22,05
03.05		TELEFONÍA	VEINTIDÓS con CINCO CÉNTIMOS
03.05.01	u	ARQUETA TELEFONÍA IN SITU TIPO H-II Arqueta tipo H-II construida in situ, de dimensiones exteriores 1,00x1,10x1,03 m, formada por hormigón armado HM-20/P/20/I en solera de 15 cm y HA-25/P/20/I en paredes 15 cm de espesor, tapa metálica sobre cerco metálico L de 80x8 mm, formación de sumidero o poceta, recercado con perfil metálico L 40x4 mm en solera para recojida de aguas, con dos ventanas para entrada de conductos, dos reoletas y dos anchos de tiro, incluso excavación de zanía en terreno flojo, 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/P/40/I, embocadura de conductos, relleno lateralmente de tierras procedentes de la excavación, sin incluir transporte de sobrantes a vertedero, ejecutada según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.	SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS 796,95

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.05.02	u	BASAMENTO ARMARIO INTERCONEXIÓN Basamento para apoyo de armario de interconexión de 86x44cm de planta, con una profundidad de 70 cm medidos desde el nivel de losa terminada, realizado en hormigón HM-20 N/mm ² , y sobre el nivel de losa terminada, 25 cm de altura en hormigón coloreado HM-20 tipo Artevia color o similar, todo ello según indicación en planos. Color a determinar por la D.F., incluido plantilla metálica galvanizada en L y ocho conductos de PVC de 63 mm. de diámetro embudidos en el hormigón, incluso excavación y colocación de conductos, sin incluir sobrantes de tierra a vertedero.	501,85
03.05.03	m	CANAL TELEF. 2 PVC 110mm Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0,45x0,88 m. para 2 conductos, en base 2, de PVC de 110 mm. de diámetro, embudidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 8 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda guía para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en tonos <25 cm., compactada al 95% del P.N., ejecutado según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).	QUINIENTOS UN con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS 28,23
03.05.04	m	CANAL TELEF. 4 PVC 110mm Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0,45x1,01 m. para 4 conductos, en base 2, de PVC de 110 mm. de diámetro, embudidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 8 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda guía para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en tonos <25 cm., compactada al 95% del P.N., ejecutado según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).	VEINTIOCHO con VEINTITRÉS CÉNTIMOS 43,68
			CUARENTA Y TRES con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03.05.05	m	CANAL. TELEF. 6PVC 63 Canalización telefónica en zanja bajo calzada, de 0,45x0,88 m. para 6 conductos, en base 3, de PVC de 63 mm. de diámetro. embebidos en prisma de hormigón HM-20 de central de 6 cm. de recubrimiento superior e inferior y 10 cm. lateralmente, incluso excavación de tierras a máquina en terrenos flojos, tubos, soportes distanciadores cada 70 cm., cuerda quita para cables, hormigón y relleno de la capa superior con tierras procedentes de la excavación, en toncadas <25 cm., compactada al 95 %del P.N., ejecutado según pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. (Sin rotura, ni reposición de pavimento).	40,62
03.05.06	m	EXCAVACIÓN DE ZANJA. INCREMENTO DE PROF. Incremento de profundidad de 0,5 m. en zanja de 0,45 m de ancho para conducción de telefonía por cruces y paralelismos entre las distintas redes existentes.	27,18
03.05.07	u	TUBO PVC D30 mm A3 m Unidad de tubo de PVC de 32mm de diámetro con altura de 3m, con grado de protección IK-08, para el paso de cableado a través de fachada desde arquetas de canalizaciones subterráneas, incluyendo cimentación con curvatura de tubería hasta entronque con arqueta o cala de tiro. Se debe incluir parte proporcional de soportes, abrazaderas para fijación del tubo en fachada. Incluidos medios auxiliares.	195,23
		CUARENTA con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS VEINTISIETE con DIECIOCHO CÉNTIMOS CIENTO NOVENTA Y CINCO con VEINTITRÉS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
04		FIRME	
04.01	m3	HORMIGÓN COMPACTADO EN BASE Hormigón compactado en base de firme, de consistencia seca, en espesores de 20/25 cm., con 150 kg. de cemento y 50 kg. de cenizas, extendido, compactado, rasanteado y curado, incluso juntas de dilatación/contracción, con parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares necesarios.	86,51
04.02	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 60% MACHAQUEO Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 15 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30.	OCHENTA Y SEIS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS 23,16
04.03	m3	RELLENO TIERRA ZANJA MANO A MANO Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.	VEINTITRÉS con DIECISÉIS CÉNTIMOS 9,19
			NUEVE con DIECINUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05		PAVIMENTO	
05.01	m2	PAV LOSAS GRAN TAMAÑO GRANITO 8 cm Colocación de losas de granito gris cadalso de dimensiones 100x100 cm. v 150x150 cm. con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 8 cm, asentada con mortero sobre losa de hormigón, retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.	85,40
05.02	m2	PAV LOSAS PEQUEÑO TAMAÑO GRANITO 8 cm Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños (50x15 cm, 50x50 cm, 100x30 cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 8 cm, asentada con mortero sobre losa de hormigón, retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.	OCHENTA Y CINCO con CUARENTA CÉNTIMOS 73,23
05.03	m2	PAV. ADOQUÍN GRANITO GRIS QUINTANA 6x6x8 cm Pavimento de adoquines de granito gris quintana de 8 cm de espesor, corte de cantera y cara superior flameada en dimensiones de 6x6 cm, sentados sobre capa de mortero de cemento, afirmados con maceta y retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza. Terminado y ejecutado según planos.	SETENTA Y TRES con VEINTITRÉS CÉNTIMOS 47,86
05.04	m2	PAV. HORM. CONT. DESACT. A. TRITURADO ø=12 cm ARTEVIA DESACTIVADO Pavimento continuo de hormigón de árido visto Artevia Desactivado 20/T/C de Lafarge o similar, fabricado en central de tamaño máximo de árido 20 mm, árido silicio rodado con microfibras de polipropileno incluidas colocada en capa uniforme de 12 cm de espesor y desactivado superficialmente con aditivos específicos para el dejar el árido descubierto de 2/3 mm, preparación de la base, extendido, reglado, aplicación de aditivos, curado, p.p. de juntas, lavado con agua a presión y aplicación de resinas de acabado. Medido descontado superficie ocupada por piedra. Terminado y ejecutado según planos.	CUARENTA Y SIETE con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS 49,92
			CUARENTA Y NUEVE con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.05	m2	PAV LOSA GRANITO 6cm/MORTERO Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños(50x15 cm, 50x50cm, 100x30 cm, 100X100cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 6cm, y 100x40x6 con cantos serrados y cara superior al corte cantera para límite de plaza, sentada con mortero de cemento sobre losa de hormigón, rejunto con hormigón según detalles de proyecto, no incluido en precio. Limpio y terminado. Ejecutado según planos.	67,15
05.06	m2	PAV LOSA GRANITO 6cm/ARENA Colocación de losas de granito gris cadalso de varios tamaños(50x15 cm, 50x50cm, 100x30 cm, 100X100cm) con cantos serrados y cara superior flameada, espesor de la pieza 6cm, sentada con arena sobre base de zahorra, rejunto terrizo compacto según detalles de proyecto, no incluido en precio. Limpio y terminado. Ejecutado según planos.	65,59
05.07	m2	PAV. ADOQUÍN GRANITO GRIS QUINTANA 6x6x6 cm Pavimento de adoquines de granito gris quintana de 6 cm de espesor, corte de cantera y cara superior flameada en dimensiones de 6x6 cm, sentados sobre arena, afirmados con maceta y retacado de juntas, barrido, regado con agua, limpieza y curado periódico durante 15 días, terminado y ejecutado según planos.	37,73
05.08	m	PLETINA REMATE ACERO PAV. NUEVO Remate de pavimento nuevo de plaza con pletina de acero cortén de 8 mm de espesor y 15 cm de altura, sobre recrido de losa de hormigón HM 20 de 35x15 cm, provista de patillas para anclaje en losa de base de pavimento. Completamente terminado.	35,03
05.09	m	PLETINA REMATE ACERO PAV. EXISTENTE Remate de pavimento existente de plaza con pletina de acero cortén de 8 mm de espesor y 30 cm de altura, sobre dado de hormigón HM 20 de 20x20 cm, provista de patillas para anclaje, incluido excavación y relleno con tierras procedentes de la excavación. Completamente terminado.	45,79

CUARENTA Y CINCO con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.10	m2	PAV. LOSETA CEM. BOTÓN COLOR 20x20 Pavimento de loseta hidráulica color rojo de 20x20 cm., con resaltes cilíndricos tipo botón, sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, no incluida en precio, incluso recrecido para igualar nivel con el pavimento de calle peatonal, sentada con mortero de cemento, i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.	28,08
05.11	m	BORD. HORM. A2 BICAPA 10x20 cm Bordillo de hormigón bicapa, de 10 cm de base y 20 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 15 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	18,84
05.12	m	BORD. BARBACANA LATERAL 14-17x28 cm Bordillo barbacana, pieza lateral de 1 m de longitud, de hormigón bicapa, color gris, especial para pasos peatonales y paraies. de 14 y 17 cm de bases superior e inferior y 28 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	28,70
05.13	m	BORD. BARBACANA CENTRAL 13-17x17 cm Bordillo barbacana, pieza central de 1 m de longitud, de hormigón bicapa, color gris, especial para pasos peatonales y paraies. de 13 y 17 cm de bases superior e inferior y 17 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	27,06
05.14	m	BORD. HORM. C3 BICAPA 17x28 cm Bordillo de hormigón bicapa, de 17 cm de base y 28 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 25 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	24,32

VEINTICUATRO con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

13 novembre 2022

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
06.06	u	PROTECC. TRONCO ÁRBOL OBRA C/TABLAS Protección de tronco de árbol en obra con entablamiento de 2 m. de altura total realizado con tabla nueva de pino cosida con hiladas de alambre galvanizado cada 15 cm., separadas del tronco por tacos de poliestireno de alta densidad de 10x10x5 cm. e hincadas en el terreno 10 cm. sin dañar a las raíces ni a las ramas bajas.	120,09
06.07	u	ALCORQUE ENRASADO CHAPA ACERO D=1 m Alcorque circular enrasado con el pavimento de 1 m de diámetro, formado por chapa de acero cortén de 8 mm de espesor y 15 cm de altura, provista de patillas de anclaje, fijada a base de hormigón HM-20 de 20x20 cm de sección, terminado.	80,47

CIENTO VEINTE con NUEVE CÉNTIMOS

OCHENTA con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
07		MOBILIARIO URBANO Y SEÑALIZACIÓN	
07.01	m3	HORM. COLOREADO HM-20 ARTEVIA COLOR EN BLANCO	128,17
		Ejecución según planos detalle de banco de hormigón in situ coloreado en toda su masa (color a determinar por la D.F.) HM-20/B/20/I Artevia Color de la marca Comercial Lafarge, o similar, elaborado en central, con dosificación determinada y controlada, y resistencia 20 MPa, tamaño máximo de árido 20 mm, con fibras de polipropileno incluidas, preparación de la base, extendido, regleado, aplicación de aditivos, curado, p.p. de juntas y aplicación de resina protectora (brillo o mate) una vez limpio.	
07.02	m2	ABURJADADO BANCO	20,00
		Abujardado de la superficie de hormigón con maquinaria para granallar el árido dejándolo descubierto de 2/3 mm cuando el hormigón ha adquirido una resistencia mínima de 15 MPa, incluso limpieza de la superficie final.	
07.03	u	JUNTA METÁLICA DE ACERO GALVANIZADO ø=3 mm	23,25
		Pletina de acero galvanizado de 3 mm de espesor y 10 cm de ancho, según definición de planos, para realización de junta de banco, provista de patillas de anclaje, colocada y terminada.	
07.04	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,45
		Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, en banco de hormigón, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A.	
07.05	m2	ENCOFRADO VISTO ALZADO MUROS/BANCOS H.A.	29,43
		Encofrado visto en alzados de muros de hormigón armado, con tablero fenólico para cuatro puestas, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado	
07.06	u	COLOCACIÓN DE SEÑAL EXISTENTE	38,71
		Colocación de señal desmontada durante las demoliciones y acopiada en obra, totalmente colocada.	
07.07	u	SEÑALIZACIÓN VERTICAL NUEVA	176,21
		Colocación de señales de tráfico u otras que fueran necesarias, incluyendo postes, y cimentación, dejándola totalmente instaladas. A definir por el Ayuntamiento y la D.F.	
		CIENTO SETENTA Y SEIS con VEINTIÚN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
07.08	m2	PINTURA TERMOPLÁSTICA SÍMBOLOS Pintura termoplástica en frío dos componentes, reflexiva, blanca, para marcado de entradas de garaje y zonas de carga y descarga, realmente pintado, incluso barrido y premarcaje sobre el pavimento, con una dotación de pintura de 3 kg/m2 y 0,6 kg/m2 de microesferas de vidrio.	20,10
07.09	u	PAPEL BASCULANTE EN POSTE 40 l Suministro y colocación de papeleras basculantes, de cubeta cilíndrica en plancha embutida de 2 mm, zincada, fosfatada y pintura anticorrosiva oxirón gris, de 40 l de capacidad, con mecanismo basculante, y poste cilíndrico de 1,25 m y 80 mm de diámetro, instalada. Modelo histórico o similar a aprobar por la D.F.	147,84
		VEINTE con DIEZ CÉNTIMOS CIENTO CUARENTA Y SIETE con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08		REPARACIONES	
08.01	m2	RESTAURACIÓN DE REVESTIMIENTO CON PINTURA A LA CAL	9,08
		Restauración de revestimiento con pintura a la cal, color similar al de la fachada a reparar, aplicada con brocha o rodillo, mediante mano de fondo (rendimiento 0,125 l/m ²) y mano de acabado (rendimiento 0,125 l/m ²), sobre paramento vertical, revestido previamente con revoque de mortero técnico de cal natural o mortero bastardo de cal, completamente curado y de absorción homogénea (no incluido en este precio); previa aplicación, mediante brocha, de imprimación (rendimiento 0,125 l/m ²).	
08.02	m2	MORTERO DE REPARACIÓN	21,96
		Capa intermedia de preparación de fachadas y soportes verticales para nivelación, regularización de texturas y reparación de grietas mediante el tendido a llana de masilla de mortero de reparación a razón de 1,3 Kg./m ² para posterior pintado a las 24 horas, según ficha técnica del producto	
08.03	m2	MORTERO IMPERM. CEMENTOSO BICOMPONENTE SYLATIC BUTECH	22,06
		Mortero impermeabilizante cementoso bicomponente de gran elasticidad Syllastic de Butech. Mezclado en relación 8 litros de componente líquido (copolímeros de naturaleza orgánica en dispersión acuosa) y 24 kg de componente polvo (cementos de alta resistencia, cargas minerales, fibras sintéticas y aditivos específicos). Limpieza del soporte y humectación, en caso de soportes muy absorbentes o con temperatura superior a 15°C. Aplicado en dos manos sobre hormigón o enfoscados, con llana lisa, incluso armado entre ambas manos con malla de fibra de vidrio para prevenir retracciones.	
08.04	m2	PAV. TERRAZO RELIEVE PULIDO 40x40x4	31,24
		Pavimento de baldosa de terrazo relieve, acabado superficial pulido, de 40x40x4 cm. o similar a la existente en calle Puerta de Purchena, colocada sobre solera existente, sentada con mortero de cemento, i/o p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.	
08.05	m	BORD. HORM. A1 BICAPA 14x20 cm	20,16
		Bordillo de hormigón bicapa, de 14 cm de base y 20 cm de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/I, de 15 a 20 cm de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08.06	m2	REPARACIÓN CALZADA 35 cm ZAHORRA A. Y M.B.C. Reparación de calzada de firme granular y mezcla bituminosa en caliente, profundidad de excavación 45 cm. con 35 cm de zahorra artificial, husos ZA(40), ZA(25), 5 cm de M.B.C. AC-22 SURF 50/70 S y 5 cm. M.B.C AC-16 SURF 50/70 S, puesta en obra, extendida y compactada, incluyendo excavación, y preparación de la superficie de asiento.	28,03
08.07	m2	PAV. LOSETA 4 PAST. C.B.M. GRIS 20x20 Pavimento de loseta hidráulica, 4 pastillas, color gris de 20x20 cm. sobre solera de hormigón existente, sentada con mortero de cemento, i/p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.	26,01
08.08	m2	PAV. ADOQ. CON ADOQUIN RECUPERADO DE DEMOLICIONES Colocación de pavimento de adoquín en calle Rueda López, recuperado de las demoliciones efectuadas en esa calle, colocado sobre cama de arena de río, rasanteada, de 3/4 cm de espesor, dejando entre ellos una junta de separación de 2/3 mm para su posterior relleno con arena caliza de machaqueo, i/recebadado de juntas, barmido y compactación, a colocar sobre base firme existente.	11,76
08.09	m2	PAV. GRANITO RECUPERADO DEMOLICIONES Pavimento de losas de granito recuperadas del levantado del pavimento de la Plaza de Puerta de Purchena, sentadas con mortero de cemento sobre solera de hormigón HM-20/P/20/1, y 10 cm. de espesor, i/retacado, rejuntado con lechada de cemento y limpieza, terminado.	33,11
08.10	m2	PAV. CONTINUO HORM. FRATASADO MANO ø=10 cm Pavimento continuo de hormigón HA-25/P/20/1, de 10 cm de espesor, armado con mallazo de acero 30x30x6, acabado superficial fratasado a mano, sobre firme no incluido en el presente precio, i/preparación de la base, extendido, reoleado, vibrado, fratasado, curado, y p.p. de juntas.	15,61
08.11	m2	DESMONTADO ZÓCALOS BALDOSAS GRANITO Desmontado de zócalos de baldosas de granito, realizada a mano, con recuperación de las piezas, retirada de escombros y caroa, sin incluir transporte a vertedero o planta de reciclaje, según NTE/ADD-10.	20,14
		VEINTE con CATORCE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08.12	m2	MONTADO DE ZÓCALOS BALDOSA GRANITO Montado de zócalo de baldosas de granito con piezas existentes, recibido con mortero de cemento CEM III/B-P 32.5 N y arena de río M-5, i/o reparación de piedras, recibido, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-EFP, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	60,58

SESENTA con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONAUZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
09		GESTIÓN DE RESIDUOS	
09.01	m3	TRANSP.CANT.<20km.CARGA MEC. Transporte de tierras a cantera autorizada por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la comunidad autónoma correspondiente), a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante cargado a máquina, canon de vertido, carga v.p.p. de medios auxiliares. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre).	15,91
09.02	m3	CARGA/TRAN. VERT.<20km.MAQ/CAM.ESC. Carga y transporte de escombros vertedero autorizado por transportista autorizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente, a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre)	23,63
09.03	m3	CARGA/TRAN. PLAN.<20km.MAQ/CAM.ESC.MIX. Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a Planta de Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD's) por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de entrada a planta, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre. Plan Nacional de Residuos de construcción y demolición 2001)	23,81
09.04	m3	TRATAM. SACA ENVASES PLÁST. CONT. Tratamiento en planta por gestor autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente) de envases de plástico vacíos contaminados (ej. garrafas de desenchufado, sellantes de silicona...) almacenadas en la instalación en sacos (big-bags) de un metro cúbico voaletizados, que deben adquirirse la primera vez, y etiquetación por parte de peón de la saca correspondiente. (Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.)	66,76

SESENTA Y SEIS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
09.05	m ³	ALQUILER CONTENEDOR RCD 8m ³ Coste del alquiler de contenedor de 8 m ³ de capacidad para RCD, sólo permitido éste tipo de residuo en el contenedor por el gestor de residuos no peligrosos (autorizado por la Consejería de Medio Ambiente).	83,15

OCHENTA Y TRES con QUINCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10		SEGURIDAD Y SALUD	
10.01		INSTALACIONES	
10.01.01	m ²	ALQUILER CASETA ALMACÉN 11,36 m ² Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m ² . Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	117,34
		CIENTO DIECISIETE con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
10.01.02	m ²	ALQUILER CASETA ALMACÉN 7,91 m ² Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 3,55x2,23x2,45 m. de 7,91 m ² . Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	99,29
		NOVENTA Y NUEVE con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
10.01.03	m ²	ALQUILER CASETA COMEDOR 19,40 m ² Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m ² . Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido auto-extinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta de chapa galvanizada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	183,93
		CIENTO OCHENTA Y TRES con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10.01.04	m ²	ALQUILER CASETA 2 OFICINAS+ASEO 19,40 m ² Mes de alquiler de caseta prefabricada para dos despachos de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 7,92x2,45x2,45 m. de 19,40 m ² . Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta de chapa galvanizada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablero de melamina. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pica-por y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 150 km. (ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	212,07
10.01.05	u	TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	DOS CIENTOS DOCE con SIETE CÉNTIMOS 32,77
10.01.06	u	BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS Banco de madera con capacidad para 5 personas. (amortizable en 3 usos).	TREINTA Y DOS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS 33,91
10.01.07	u	BOTIQUÍN DE URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y señalización de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	TREINTA Y TRES con NOVENTA Y UN CÉNTIMO 77,02
10.01.08	u	MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas. (amortizable en 3 usos).	SETENTA Y SIETE con DOS CÉNTIMOS 64,38
10.01.09	m	ACOMETIDA ELÉCT. CASETA 4x6 mm ² Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manquera flexible de 4x6 mm ² de tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m. instalada.	SESENTA Y CUATRO con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS 4,62
			CUATRO con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10.02		PROTECCIONES COLECTIVAS	
10.02.01	m	BARAND. PROTECCIÓN LATERAL ZANJAS Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tabloncillos de madera de pino de 20x7 cm. y estaquillas de madera de D=8 cm. hincadas en el terreno cada 1,00 m. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	7,10
10.02.02	m	VALLA ENREJADO GALV. PLEGUES Valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,50x2,00 m. de altura, enrejados de malla de D=5 mm. de espesor con cuatro pliegues de refuerzo, bastidores verticales de D=40 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,50 m., accesorios de fijación, considerando 5 usos, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97.	4,97
10.02.03	m2	PASARELA METÁLICA SOBRE ZANJAS Pasarela de protección de zanjas, pozos o hueco, en superficies horizontales con chapa de acero de 12 mm., incluso colocación y desmontaje (amortiz. en 10 usos). s/R.D. 486/97.	6,11
10.02.04	u	VALLA CONTENCIÓN DE PEATONES Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m. de largo y 1 m. de altura, color amarillo. amortizable en 5 usos. incluso colocación y desmontaje. s/R.D. 486/97.	6,92
10.02.05	u	TAPÓN PROTECTOR "TIPO SETA" ESPERA S ARM Colocación de tapón protector de plástico "tipo seta" de las puntas de acero en las esperas de las armaduras de la estructura de hormigón armado (amortizable en tres usos), incluso retirada antes del vertido del hormigón.	0,08
10.02.06	u	TAPA PROVISIONAL LARQUETA 51x51 Tapa provisional para arquetas de 51x51 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tabloncillos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	5,57

CINCO con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10.02.07	u	EXTINTOR POLVO ABC 3kg. PR. INC. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 13A/55B, de 3 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.	24,07
10.02.08	u	EXTINTOR CO2 2kg. ACERO Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, con 2 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.	58,30
10.02.09	u	TRANSFORMADOR DE SEGURIDAD Transformador de seguridad con primario para 220 V. v secundario de 24 V. y 1000 W., instalado (amortizable en 5 usos). s/R.D. 486/97 y R.D. 614/2001.	31,80
TREINTA Y UN con OCHENTA CÉNTIMOS			
10.03	PROTECCIONES INDIVIDUALES		
10.03.01	u	GAFAS ANTIPOLVO Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	0,81
10.03.02	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2,44
10.03.03	u	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con almohadilla a la nuca. (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,88
10.03.04	u	PAR DE BOTAS BAJAS DE AGUA (NEGRAS) Par de botas bajas de agua color negro (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	6,55
10.03.05	u	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	24,08
VEINTICUATRO con OCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10.03.06	u	MONO DE TRABAJO POLIÉSTER-ALGODÓN Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	21,27
10.03.07	u	CHALECO DE OBRAS REFLECTANTE Chaleco de obras con bandas reflectante. Amortizable en 1 usos. Certificado CE. s/R.D. 773/97.	4,07
10.03.08	u	CASCO DE SEGURIDAD AJUST. ATALAJES Casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	5,03
10.03.09	u	PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,34
10.03.10	u	SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO Y FILTRO Semi-mascarilla antipolvo y filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	7,16
10.03.11	u	PAR DE BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	12,57
10.03.12	u	PAR GUANTES AISLANTES 5000 V. Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	9,30
		NUEVE con TREINTA CÉNTIMOS	
10.04		SEÑALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO	
10.04.01	u	CARTEL PVC 200x300 mm. OBL. PROH. ADVER. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia y colocación. s/R.D. 485/97.	3,73
10.04.02	u	CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B.I. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), y colocación. s/R.D. 485/97.	4,43

CUADRO DE PRECIOS 1**PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
10.04.03	u	PANEL COMPLETO PVC 700x1000 mm Panel completo serigrafado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 700x1000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", i/colocación. s/R.D. 485/97.	CUATRO con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS 11,50
10.04.04	h	BRIGADA DE SEGURIDAD Oficial y peón encargados exclusivamente para la modificación de las medidas preventivas según el avance de obra.	ONCE con CINCUENTA CÉNTIMOS 16,71
			DIECISÉIS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PEATONALIZACIÓN DEL PASEO DE ALMERÍA

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS	18.990,68	4,48
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5.729,19	1,35
03	INSTALACIONES	69.477,42	16,39
04	FIRME	61.166,23	14,43
05	PAVIMENTO	187.189,31	44,17
06	JARDINERÍA	11.245,92	2,65
07	MOBILIARIO URBANO Y SEÑALIZACIÓN	8.325,85	1,96
08	REPARACIONES	8.522,74	2,01
09	GESTIÓN DE RESIDUOS	39.410,66	9,30
10	SEGURIDAD Y SALUD	13.729,52	3,24
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		423.787,52	

Añadiendo el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTITRÉS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

, 11 de marzo 2023.

5.4. Conclusiones

Como es notable, Almería es una ciudad con muchas carencias en cuanto a movilidad pero una ventaja sobre esto es que es como un “lienzo en blanco” en el que se puede empezar a aplicar medidas innovadoras para mejorar la movilidad urbana y conseguir que sea una ciudad más sostenible.

Como se puede observar por los resultados de la encuesta, la población está dispuesta a que ocurra un cambio. Aunque eso supone una gran inversión de dinero, la cual es necesaria si se pretende llegar a cumplir los objetivos de movilidad europeos.

Animar al uso del transporte público es un factor fundamental para desarrollar la movilidad sostenible, ya que sería lo más adecuado. Al no terminar de calar esta idea en la población que se encuentra tan arraigada al uso del coche, otra alternativa es el uso de medidas duras como son la eliminación de plazas de aparcamiento, eliminación de carriles de circulación, etc.

Otras de las medidas blandas que se han implantado recientemente, es el uso de la tarjeta del Consorcio de Transportes de la Junta de Andalucía para animar a la gente a usar más la bicicleta, pero para que este cambio ocurra esta medida no es suficiente. Como se ha comentado en el apartado anterior, será necesario que se disponga otro sistema de alquiler de bicicletas, o se podría usar incluso el mismo, pero instalando más estaciones a lo largo de toda la ciudad y que tenga un precio asequible para todo el mundo, siempre y cuando se pueda recuperar la inversión realizada. Otro sistema de movilidad alternativa que se propuso fueron los patinetes eléctricos. Estos se encuentran instalados en muchas ciudades andaluzas y es un gran aliciente para promover la movilidad sostenible ya que están de moda entre los jóvenes.

Aplicando medidas tan sencillas como estas y realizando una campaña de márketing y otra de información hacia la población, es posible que mucha más gente se anime a realizar el cambio.

6. DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

Para la peatonalización del Paseo de Almería, proponer la calzada mixta como medida a corto plazo no es lo más adecuado, pero su implantación es más sencilla ya que sirve de transición hacia una calzada peatonal y que así los conductores se acomoden progresivamente a los cambios.

La eliminación de carriles es una medida un poco “controversial” porque mucha gente estará en contra de ello y al principio provocará más colapsos en las horas punta, pero es una medida que a medio/largo plazo hará que las personas acaben viajando en transporte público o considerarán ir caminando a los sitios.

Otra medida que generará opiniones encontradas es el acceso a las calles una vez sean peatonales. Solamente se permitirá el paso de vehículos de los residentes, vehículos de emergencias y transporte público, así como la venta de plazas de aparcamiento en los parkings subterráneos a los residentes. Con esta acción se pretende que las calles queden despejadas de coches, consiguiendo así que sean más seguras para los ciudadanos, animándolos a desplazarse caminando a los sitios, o permitir que los niños jueguen de forma segura en la calle.

En relación a esto, como se ha comentado en apartados anteriores, se plantea también la prohibición de los vehículos al centro de la ciudad en días señalados, hasta conseguir su prohibición total, como es el caso de Milán, donde se han establecido *Zonas de Circulación Privilegiada de Peatones*, lo que ha llevado a que el casco histórico sea completamente peatonal. En el caso de Almería, esto se haría exceptuando a los vehículos híbridos o eléctricos, ya que son los menos contaminantes. Para ello, se podría disponer el aparcamiento del *Power Horse Stadium*, (antiguo “*Estadio de los Juegos Mediterráneos*”) y habilitar el recinto ferial como anexo a ese aparcamiento, ya que se encuentran muy cercanos el uno del otro. Para ello, se ampliarían las líneas de autobuses y si fuera necesario, se reforzarían poniendo en servicio más vehículos. Esta medida sería parecida al “Aparcamiento Tranvía” de Jaén, el cual se ubica a la entrada de la ciudad por la N-323a.

También se podrían establecer unos días al mes en los que el autobús fuese gratuito, como por ejemplo, un fin de semana al mes o en fechas señaladas, con relación a lo establecido en el párrafo anterior. El objetivo principal de esta medida es animar a la gente a que haga más uso del autobús, pero habría que realizar un estudio económico para determinar si podría ser una opción viable o no, ya que podría resultar en pérdidas para la empresa SURBUS. En cuanto a lo expuesto, recientemente se ha rebajado al 50%

el precio de los abonos y tarjetas mensuales del autobús. Si esta medida obtiene buenos resultados, podría ser el catalizador de lo anterior expuesto. (Almería Ciudad 2023)

Por otra parte, viendo el presupuesto, el cual indica que las actuaciones en el Paseo de Almería conllevarían un coste de 423.787,52 €, se demuestra que es una opción viable a implantar. Supone una inversión económica que se amortizará a medio plazo y se podrá demostrar su éxito cuando la población se adapte a las medidas. Teniendo en cuenta que esta actuación forma parte del PMUS de la ciudad, y que se prevén aplicar más medidas, se considera una cuantía adecuada.

Continuando con el presupuesto, el mismo solo abarca lo que supone la remodelación del Paseo de Almería, de ahí a su modesto importe. Si se hubiese tenido en cuenta la renovación de la semaforización, aumentaría de forma considerable. Suponiendo que este caso práctico pertenece a una primera fase dentro del Plan de Movilidad Sostenible, se considera acertado. De cara al futuro, para mejorar la coordinación de los autobuses con los semáforos, será necesaria la renovación de los mismos.

Para conocer la aceptación que tendrá la peatonalización del Paseo, se ha realizado una encuesta a la población. Este método se realiza en muchas ocasiones y se ha seguido la metodología de Estonia, donde se suelen realizar entrevistas, simulación microscópica del tráfico y análisis comparativos para tener conocimiento sobre el éxito o fracaso de las medidas de pacificación del tráfico. En el ejemplo expuesto, el cual se detalla mejor en el Apartado 8.1.4., se realizan las entrevistas para determinar el “antes y después” del entorno. Por lo tanto, la encuesta realizada servirá como representación del “antes” de las medidas del PMUS para determinar en qué punto se encuentra la ciudad y la ideología de la población.

Por otra parte, de la encuesta se obtienen datos positivos en cuanto a la visión de futuro que tiene la gente respecto a la ciudad. Esto implica que, en general, la población está dispuesta al cambio. De esta forma, aplicando las medidas de restricción al tráfico de forma gradual, la población irá concienciándose poco a poco de abandonar el uso diario de sus vehículos personales, lo que conllevará un aumento del uso del transporte público.

De la pregunta 7 de la encuesta realizada, podemos observar que la tercera opción más votada con un 51,3% de los votos, fue “incluir otros sistemas de transporte”. Esto demuestra que la población estaría dispuesta a que se introdujera, por ejemplo, el tranvía como alternativa. Esta acción supondría una gran inversión que la ciudad a día de hoy no podría permitirse. Aun así, suponiendo un horizonte de crecimiento de la población mayor que el habitual, podría ser una medida ventajosa si el servicio de autobús fuese insuficiente para cubrir las necesidades de transporte de la población. Debido a que no es el tema

principal de este documento, no se ha estudiado, pero podría contemplarse para estudios futuros.

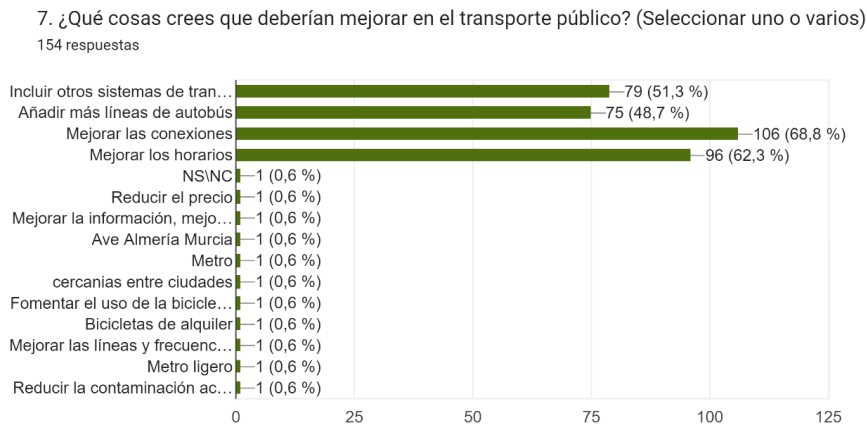


Figura 45. Pregunta 7 de la encuesta

A la hora de determinar un sistema de comunicación con los autobuses para brindarles prioridad en los semáforos, en el Apartado 5.3.2., se mencionaba el caso de Dinamarca. Resulta adecuado implantar el sistema que usan, el cual es V2I, donde el autobús manda la señal al centro de control, ya que es una tecnología fácilmente implantable mediante GPS. 66Para ello, será necesario cambiar los semáforos e instalar unos nuevos que puedan soportar este sistema. El aspecto negativo de esta medida es que supone un mayor coste. Por último, el sistema V2V no es adecuado para implantarlo en Almería, ya que requiere una inversión mucho mayor, la cual de momento resulta innecesaria, ya que no se ha demostrado aún cómo funcionaría el sistema V2I, el cual resulta más alcanzable. Una vez que la ciudad cuente con los medios tecnológicos suficientes para coordinar el tráfico, se podría implantar este sistema.

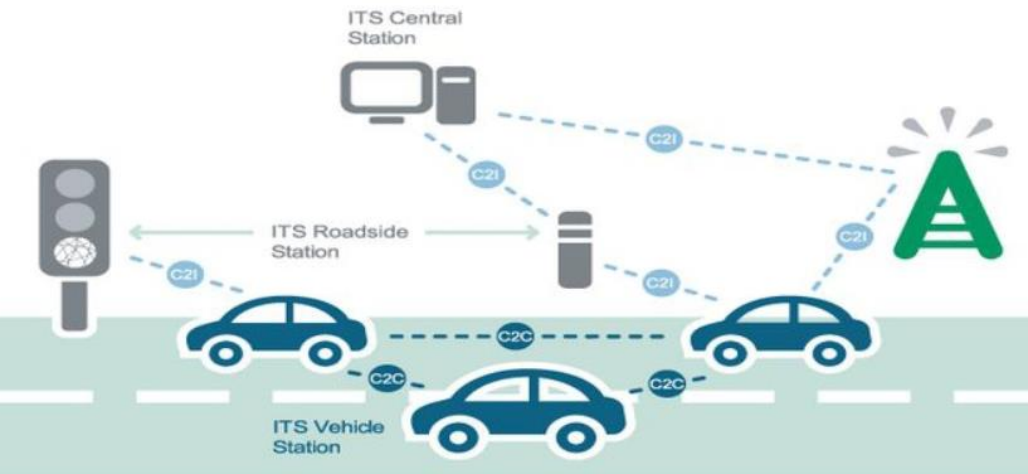


Figura 46. Representación del sistema de comunicación V2I

En la misma línea de lo anteriormente comentado, en Francia existe el sistema Navinéo. El cual realiza un seguimiento en tiempo real de una flota de autobuses mediante geolocalización. Este sistema puede adaptarse a las características del cruce y ofrece varios tipos de soluciones de prioridad, como el *control centralizado*. En él, el calculador de a bordo filtra las solicitudes de prioridad en función del estado del autobús. Envía la solicitud a través de la red de radio de sistema de ayuda a la explotación al sistema central de gestión de semáforos que emite las órdenes de prioridad, teniendo en cuenta las condiciones registradas. Otra solución es la solicitud de prioridad de largo o corto alcance, donde cada vehículo controla la activación del semáforo en la fase previa a la intersección. Para el caso de Almería, esto se podría implementar instalando sensores en los autobuses, para que sean reconocidos por los semáforos y éstos extiendan el tiempo en verde o lo adelanten si se encuentran en rojo.

7. PERSPECTIVA A FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

7. PERSPECTIVA A FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de fin de grado no se limita únicamente a los temas tratados, si no que se pueden abrir varias líneas futuras de investigación que se salen del objetivo principal del trabajo. A continuación se detallan cada una:

- Primeramente se podría realizar una investigación sobre los combustibles alternativos que pueden llegar a implantarse para limitar e incluso terminar con la dependencia del petróleo.
- Al mismo tiempo, teniendo como base de estudio el tema principal de este TFG, que es la movilidad sostenible, cómo se podría aplicar a los vehículos de transporte de mercancías o a los vehículos que trabajan en obra para que no contaminen tanto, ya sea bien intentando que sean híbridos o utilicen combustibles alternativos.
- Así también se podría tratar lo mismo pero con el transporte aéreo, ya que es uno de los medios más contaminantes que tenemos hoy en día.
- Como pasó durante el mes de marzo, con la escasez de alimentos debido a la crisis del petróleo, esta situación hace darnos cuenta de que se necesitan medidas urgentes de movilidad sostenible, ya que se ha demostrado que se puede llegar a paralizar bastantes campos que están relacionados entre sí.
- En cuanto a gestión del tráfico se puede hacer un estudio detallado de la gestión de los tranvías o metros ligeros que circulan por la superficie de las ciudades para darles la máxima prioridad.
- Otro caso de estudio sería evaluar cómo se verán afectados los objetivos de 2050 de cero emisiones debido a la guerra de Ucrania, lo cual llevará a muchos países a depender de combustibles alternativos a los que se usan actualmente, como por ejemplo es el caso de Alemania que plantea la vuelta al uso del carbón.

8. ANEJOS

8. ANEJOS

8.1. Anejos de control de señales

8.1.1. Reino Unido

8.1.1.1. Integración del control de señales de tráfico para peatones en los sistemas SCOOT-UTC en U.K.

8.1.1.1.1. Etapa de peatones

La etapa de peatones se llama en la misma posición fija en el orden de las etapas y su hora de inicio depende de la demanda de vehículos y de la coordinación de la región. Una de las consecuencias puede ser que los peatones tengan que esperar más tiempo a que se les invite a cruzar que si el cruce o la intersección funcionaran de forma independiente.

8.1.1.1.2. Modelado de cruces 'Puffin' y 'Pelican'

Los cruces autónomos 'Puffin' y 'Pelican' funcionan de manera diferente. En los 'Puffins', los peatones se presentan con indicadores del lado cercano y los movimientos de los vehículos se controlan utilizando señales convencionales de tres aspectos y la misma secuencia de luces que en los cruces. El tiempo que los vehículos permanecen en rojo es variable como resultado de la detección de peatones en el cruce.

Hasta ahora, los 'Puffins' han tenido que ser modelados como 'Pelicans' dentro de SCOOT. Cuando SCOOT está controlando un paso de 'Pelican', la lógica de retroalimentación asume (correctamente) que la etapa del peatón es una longitud fija. SCOOT también hace la misma suposición cuando controla los cruces 'Puffin'. Sin embargo, con los cruces 'Puffin' la longitud de tiempo que los vehículos están parados debido a los peatones no es fija, debido a la detección de los peatones y a la intervergencia variable que sigue a la etapa de los peatones.

El software *SCOOT Kernel* se ha modificado para modelar correctamente el periodo variable de interverde que sigue a la etapa peatonal, en lugar de suponer que tiene duración fija.

8.1.1.1.3. Nuevas estrategias de prioridad SCOOT en los pasos

Las estrategias de prioridad para los peatones funcionan reduciendo el tiempo antes de que pueda iniciarse la siguiente etapa peatonal en la calle. Dentro de SCOOT, el optimizador de desplazamiento busca el momento óptimo en el ciclo para que la etapa peatonal pueda ejecutarse cuando cause el mínimo retraso a los vehículos. Cuando una estrategia está en funcionamiento, la hora de inicio de la etapa peatonal puede adelantarse respecto a la hora óptima de los vehículos para reducir el tiempo de espera de los peatones.

Con las nuevas estrategias en funcionamiento, el UTC puede liberar el bit de control antes y mantenerlo hasta el punto fijo del ciclo. En efecto, la ventana de oportunidad se amplía. Si ya existe una demanda peatonal, la etapa peatonal comienza pronto, al principio de la ventana.

En un uso normal, la estrategia de prioridad dará la ventana más larga para registrar una demanda de peatones una vez por ciclo.

La ventaja de la estrategia de prioridad se reduce a medida que aumenta la demanda de peatones, especialmente cuando hay demanda de peatones en cada ciclo.

En la estrategia recomendada, el nivel de prioridad a los peatones se rige por dos factores: el grado de saturación de los vehículos y el tiempo de espera de los peatones en el cruce. El mayor nivel de prioridad a los peatones tienen prioridad cuando el grado de saturación de los vehículos es bajo y cuando los peatones llevan mucho tiempo esperando.

Los beneficios para los peatones serán limitados cuando los flujos de vehículos sean altos.

8.1.1.1.4. Consideraciones generales

DOBLE CICLO

Los cruces autónomos de ‘Puffin’ y ‘Pelican’ suelen estar considerablemente menos saturados que los cruces en la misma región; sólo tienen dos etapas y la etapa peatonal no es tan larga como muchas etapas de los vehículos. Por lo tanto, a la hora de dar prioridad a los peatones, la primera acción recomendada, tanto bajo el control de tiempo fijo como de SCOOT UTC, es la de realizar un ciclo doble en todos los cruces de ‘Puffin’ y ‘Pelican’.

GAP OUT

Otra estrategia que se ha utilizado para reducir el tiempo de espera de los peatones en los pasos de peatones controlados por el UTC es permitir que la etapa de peatones se adelante cuando se detecta un hueco en el tráfico que se aproxima, esto se conoce como “Gap Out”.

Se puede utilizar tanto en los cruces controlados por tiempo fijo como por SCOOT UTC. Sin embargo, requiere detectores adecuados activados por el vehículo (VA) en cada aproximación, además de los detectores de SCOOT.

La opción más barata para la detección de VA es utilizar detectores de vehículos por microondas (MVD).

CONTROL ACCIONADO POR VEHÍCULO

El retraso mínimo de los peatones se conseguirá eliminando los pasos de 'Puffin' y de 'Pelican' del control UTC y haciéndolos funcionar bajo VA con un funcionamiento máximo preprogramado. Con este método de control, la demanda de los peatones será atendida inmediatamente una vez que la etapa de vehículos haya funcionado durante el periodo máximo preestablecido.

En muchas situaciones, la mejor solución será hacer funcionar el VA en los periodos de menor actividad y operar bajo el control del UTC, preferiblemente SCOOT con la estrategia de prioridad, en las horas de mayor afluencia. No obstante, hay que tener en cuenta que el funcionamiento del VA requerirá detectores. El coste puede reducirse utilizando MVD.

IMPORTANCIA DE LA COORDINACIÓN

Los cruces con control VA que están cerca de los cruces vecinos probablemente causen un retraso de vehículos considerablemente mayor que los que están a cierta distancia. Si están lo suficientemente alejados, la falta de coordinación del cruce no provocará el bloqueo de vuelta y, por tanto, la pérdida de capacidad en el cruce de aguas abajo.

Cuando los pasos de peatones están cerca de los cruces, es importante una buena coordinación, ya que se espera que el funcionamiento de la VA en condiciones de mucho tráfico provoque un gran aumento del retraso de los vehículos.

INSTALACIONES PARA PEATONES EN LOS CRUCES

Cuando la etapa peatonal se llama a cada ciclo, los beneficios de la retroalimentación mejorada son probablemente del orden de un 10% de ahorro en el retraso de los vehículos.

En la actualidad, no existe ninguna posibilidad de dar prioridad a los peatones en los cruces. La etapa peatonal se servirá una vez por ciclo en el mismo punto de cada ciclo. Para reducir los tiempos de espera de los peatones en los cruces es necesario reducir el tiempo del ciclo.

La principal forma de limitar los tiempos de espera de los peatones es establecer que el tiempo de ciclo máximo de la región sea lo más bajo posible. (Department of Transport 2009)

8.1.1.2. Caso de estudio

En los pasos de peatones tipo “Puffins”, los peatones se presentan con indicadores del lado cercano y los movimientos de los vehículos se controlan utilizando señales convencionales de tres aspectos y la misma secuencia de luces que en los cruces.

Hasta ahora, los pasos de peatones “Puffins” han tenido que ser modelados como “Pelicans” dentro de SCOOT. Cuando está controlando un paso de “Pelican”, la lógica de retroalimentación asume que la etapa del peatón es una longitud fija.

El mayor grado de prioridad a los peatones se da cuando el grado de saturación de los vehículos es bajo y cuando los peatones llevan mucho tiempo esperando. En cambio, los beneficios para los peatones serán limitados cuando los flujos de los vehículos sean altos.

8.1.2. Alemania

8.1.2.1. ITS y sistema de control de tráfico en Múnich: Medidas técnicas y beneficios

8.1.2.1.1. Introducción

8.1.2.1.1.1. Definición general

Los ITS integran las tecnologías de las telecomunicaciones, la electrónica y la información con ingeniería de transporte para planificar, diseñar, operar, mantener y gestionar sistemas de transporte. Esta integración tiene como objetivo mejorar la seguridad, la protección, la calidad y la eficiencia de los sistemas de transporte de pasajeros y mercancías optimizando el uso de los recursos naturales y respetando el medio ambiente.

Con un enorme desarrollo en el sistema de control de tráfico de la ciudad, Múnich tiene el tercer tráfico más grande de Alemania. El Sistema Inteligente de Transporte es, por tanto, de vital importancia para gestionar los sistemas de transporte actuales y futuros de Múnich de forma eficaz y sostenible.

Por ello, la División de Tráfico Vial es responsable de los semáforos, el control del tráfico local, gestión del tráfico y registro de conductores.

8.1.2.1.1.2. Escenario de tráfico en Múnich

Para mejorar la seguridad vial, reducir la contaminación ambiental y aumentar la eficiencia del transporte, existe la necesidad de utilizar las oportunidades innovadoras que ofrece la tecnología de transporte y telecomunicaciones moderna y eso es lo que cumple el Sistema Inteligente de Transporte (ITS).

8.1.2.1.2. Medidas y beneficios del uso de ITS en TCS: Múnich

8.1.2.1.2.1. Control de señales de tráfico con detectores inductivos

El Control de Señales de Tráfico es posiblemente visto como la aplicación ITS establecida más antigua utilizada en el ámbito urbano.

El sistema de señales de Múnich contiene módulos de microprocesador que permiten un control modal y artificialmente inteligente mediante la adquisición de datos de los bucles inductivos incorporados y el detector bajo el lecho de la carretera.

8.1.2.1.2.2. El enfoque MOBINET

Múnich sigue el enfoque MOBINET (Internet of Mobility) que es parte de la próxima generación avanzada telemática del transporte. El proyecto se centra en la gestión del transporte multimodal, tecnologías de transporte innovadoras y nuevos servicios de movilidad. La estructura de MOBINET incluye una red de datos y centros urbanos y regionales. Esta estructura tiene como objetivo:

- Optimización del tráfico en la red viaria primaria.
- Prestación de servicios de información multimodal para trasladar la demanda al transporte público.
- Aplicación de conceptos innovadores para una sociedad móvil.

A continuación, en la tabla 1 se disponen las ventajas y beneficios del sistema MOBINET.

Tabla 1. Medidas y beneficios del enfoque MOBINET en el Sistema de Control de Tráfico, Múnich

S. No.	Segmento de medida	Ventajas y Beneficios
1	Elección intermodal	Plazas de aparcamiento gestionadas
		Transporte público mejorado
		Autobuses reorganizados a estaciones de U-Bahn
		Provisión de enlaces más directos en el U-Bahn
		Señalización de rutas alternativas
2	Señales dinámicas de mensaje (DMS)	Provisión de señales de información
		Congestión en la red para que los conductores elijan la ruta definitiva
3	Servicios de información	Señales de mensaje de velocidad variables
		Información urbana (información de la ciudad, eventos)
		Algoritmos de ruta más corta

4	Información del transporte público	Horarios electrónicos
		Integración de varios sistemas
		Información de estacionamiento, incluidos los espacios disponibles
		Información sobre recreación y ocio

8.1.2.1.2.3. Aplicaciones BMW-ITS (para el control de carreteras de circunvalación)

BMW es uno de los socios líderes en MOBINET. Es responsable de la optimización vial principal. Casi todas las carreteras hacia Múnich terminan en el 'Anillo Medio'. Circunscribe el distrito central de negocios de Múnich y, por lo tanto, es de extraordinaria importancia para el tráfico en todo el centro de la ciudad.

Situaciones Problemáticas:

La carretera de circunvalación central tiene niveles de saturación desiguales, lo que genera atascos y retrasos frecuentes, en última estancia causando contaminación atmosférica y acústica y bajos niveles de seguridad. Esto da como resultado un gran aumento de volumen de más de 157.000 vehículos / día (tráfico medio diario) en horas punta.

Medidas:

Con la técnica ITS, los datos problemáticos se recopilan, simulan y calibran simultáneamente en un modelo de simulación para el desarrollo de varios escenarios ITS. A continuación, se integra el mejor escenario en situaciones problemáticas cuyo objetivo es mejorar el rendimiento general del sistema de tráfico. Esto se logra mediante:

- Armonización de los flujos de tráfico en la circunvalación y sus grandes radiales.
- Mantener la capacidad del sistema durante los periodos pico.
- Superar los efectos adversos de la congestión del tráfico.
- Simulación, evaluación y clasificación de los diferentes escenarios ITS para el mejor paquete de sistemas de control adaptativo.

La tabla 2 muestra los beneficios segmentarios de la estrategia ITS utilizada con el enfoque MOBINET en el Sistema de Control de Tráfico de Múnich.

Tabla 2. Medidas y beneficios de la aplicación BMW ITS para el control de carreteras de circunvalación

S. No.	Segmento	Impactos	Beneficios
1	Área amplia	Señal de información dinámica y colectiva (RING INFORMATION)	Mejor distribución del tráfico dentro de la red
2	Sección establecida	Control de señal adaptativo (BALANCE)	Intermodal y dependiente del control del tráfico de unión
		Asignación de carril variable	Uso óptimo de recursos de la capacidad existente
3	Local	Rampa de medición	Rampas de acceso para optimizar el flujo del tráfico en redes
		Condiciones de tráfico reales	Alerta de la situación a los conductores
		Información de congestión al usuario del punto de entrada a la circunvalación	Información a los conductores antes de entrar en la carretera de circunvalación

8.1.2.1.2.4. BMW i para Múnich

Para los viajeros diarios, bajo el esquema “BMW i”, BMW ha lanzado vehículos amigables con el medio ambiente que pueden ser alquilados en todas las estaciones independientes.

Los beneficios son:

- Viajes reducidos con esquemas “Drive Now” y “Park Now”.
- Movilidad mejorada.
- Vehículos amigables con el medio ambiente.

8.1.2.1.2.5. BMW telemática

La unidad de navegación de BMW utiliza iconos en lugar de texto para proporcionar información a los conductores. Los mensajes son generados mediante la adquisición de datos del centro de información de tráfico y otras fuentes. A continuación, los datos se envían al centro de procesamiento de mensajes en el Centro Regional de Baviera (Bayern) y luego a la Asociación del Automóvil Alemán para la transmisión al automóvil. BMW también tiene un sistema de advertencia de baliza a lo largo de las autopistas (incluyendo

Múnich) que enciende balizas rojas a lo largo de la carretera cuando hay un incidente por delante (advertencia).

8.1.2.1.2.6. *Aplicación Bayern-Info*

Bayern-Info es una plataforma en línea basada en un sistema de información de tráfico en tiempo real para viajeros y automovilistas en la región bávara. En la figura 44 se muestra cómo es la aplicación. En centro de control proporciona pronósticos de tráfico e información dinámica en tiempo real. La aplicación automáticamente recopila datos de tráfico de detectores, automóviles flotantes, conteos de tráfico y datos meteorológicos con los algoritmos preprogramados.

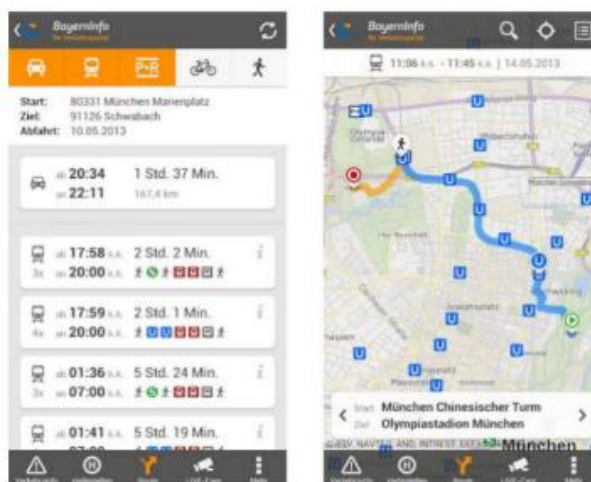


Figura 47. Aplicación Bayern Info

8.1.2.1.2.7. *Futuros sistemas cooperativos – Comunicando tecnología de automóviles*

La comunicación directa entre vehículos y entre vehículos e infraestructura (incluidos los centros de gestión del tráfico) conduce a una reducción de las situaciones peligrosas y a una mejor calidad del tráfico a través de un intercambio de información mejorado y más rápido. Esto se basa en la tecnología Car-to-X (V2X). La obra se está llevando a cabo en conjunto con otros proyectos como SimTD, en la mayoría de las principales ciudades de Alemania. (Akrma Ali y Farooq 2015)

8.1.2.2. *Apoyo a la decisión para el tráfico dinámico de la ciudad. Gestión mediante comunicación vehicular*

8.1.2.2.1. *Introducción*

El aumento de los flujos de tráfico dentro del espacio limitado de la ciudad tiene efectos negativos en términos de emisiones y atascos.

El enfoque centralizado requiere que se transmita una gran cantidad de información a los centros de control en forma de datos de red y de regreso en forma de acciones de control.

El enfoque alternativo a la gestión centralizada del tráfico es el *descentralizado*. Aquí, los participantes del tráfico actúan de acuerdo a la información local, es decir, optimizan su comportamiento en función de los datos locales.

8.1.2.2.2. Optimización de semáforos

8.1.2.2.2.1. Determinación de fases no esenciales

Un estudio reciente muestra que existe un potencial de aumento de la capacidad de hasta un 7% al reducir los tiempos entre verdes y, por lo tanto, los tiempos de cambio de fase. Otra forma de reducir los tiempos entre verdes es la eliminación de una o más fases y los correspondientes cambios de fase que consumen mucho tiempo.

El beneficio de un nuevo plan de señales se puede medir en términos de aumento de capacidad o mejora del rendimiento. Al final de este procedimiento, se elige el mejor plan de señales válido.

8.1.2.2.3. Organización multiagente para apoyo a las decisiones

Los sistemas multiagente (MAS) constituyen un modelo apropiado y más comúnmente utilizado para el modelado de sistemas descentralizados, incluidos los sistemas de tráfico. Un enfoque de planificación multiagente de dos etapas para agentes vehiculares en el tráfico urbano: durante la planificación estratégica, los vehículos planifican sus rutas óptimas, durante la planificación táctica, toman decisiones sobre la regulación de la velocidad y los cambios de carril

8.1.2.2.3.1. Agrupación

Los vehículos tienen la intención de pasar varias intersecciones sucesivas sin detenerse tratando de minimizar sus tiempos de viaje individuales, mientras que la gestión centralizada del tráfico desea un rendimiento óptimo en la red y los semáforos pueden regularse en consecuencia. La idea es crear una preferencia por los vehículos para agruparse y actuar de manera coordinada, en forma de una prioridad de “ola verde”, que se puede encontrar en el transporte público urbano en la actualidad. De esta manera, se crea una interacción entre el enfoque centralizado y el descentralizado que es beneficiosa para ambos.

Otro beneficio de la formación de grupos es un control simplificado: solo todo el grupo o el líder del grupo tiene que tomar decisiones, los demás miembros del grupo solo

contribuyen al logro de los objetivos del grupo, realizando la optimización local. Además, es posible compartir información entre los miembros del grupo.

8.1.2.2.4. Comunicación vehicular

La comunicación inalámbrica entre los vehículos y su entorno abre una nueva dimensión de aplicaciones innovadoras que aumentarán la seguridad y la comodidad del conductor en el futuro. Las posibles tipologías de red incluyen redes de infraestructura (Vehicle-to-Infraestructure, V2I) así como redes Ad-Hoc (Vehicle-to-Vehicle, V2V). Sin embargo, a diferencia de las LAN inalámbricas convencionales, estas tipologías son muy dinámicas y presentan una variedad de desafíos para la comunicación inalámbrica.

8.1.2.2.4.1. Modelo de comunicación

MODELO DE APLICACIÓN

Suponemos que los vehículos están equipados con sistemas de comunicación que transmiten periódicamente Mensajes de Conciencia Cooperativa (CAM) utilizando un intervalo de repetición de 500 ms. Estas CAM contienen información de estado (p.ej., posición, velocidad y dirección de conducción) que se utiliza para detectar la presencia de vehículos vecinos y estimar las condiciones de tráfico actuales sin necesidad de detectores de tráfico adicionales.

MODELO DE CONTROL DE ACCESO MEDIO

La comunicación vehicular se basa en un canal inalámbrico que comparten todas las estaciones de la red, por lo que el acceso al canal compartido necesita ser coordinado para evitar colisiones. El acceso medio en redes vehiculares se basa en el acceso múltiple del sentido del portador con previsión de colisiones (CSMA/CA), pero está sujeto a algunas modificaciones, como la comunicación sin asociación o autenticación previa con un conjunto de servicios básicos.

8.1.2.2.5. Caso de uso e implementación

Nuestro objetivo es identificar automáticamente los cruces que sufren de mala calidad de tráfico y ajustar dinámicamente sus programas de señales de tráfico. Entonces, una estrategia de desvío de ruta predefinida centralmente es seleccionada y comunicada a los vehículos individuales, que pueden reaccionar a esta nueva información y redefinir su ruta a través de la red teniendo en cuenta su cognición individual del estado del tráfico. Por lo tanto, la congestión en un cruce concurrido puede aliviarse con un desvío espacioso.

Cada vehículo dispone de un sistema de navegación que contiene una representación gráfica de la red de carreteras, un módulo de comunicación para la recepción y emisión de mensajes V2V y V2I, un conjunto de aplicaciones utilizadas para

toma de decisiones descentralizada en términos de agrupación así como enrutamiento individual basado en información actualizada por la gestión de tráfico centralizada y una aplicación de aprendizaje que presenta una observación continua del comportamiento anticipado y realizado del vehículo y, por lo tanto, actualiza su conocimiento sobre la red. (Görmer, y otros 2011)

8.1.2.3. *Experiencias con control adaptativo de señales en Alemania*

8.1.2.3.1. *Introducción*

Alemania tiene una larga tradición de control de señales coordinado y activado por el tráfico. En los últimos años, se ha puesto en práctica un enfoque específico para la actuación del tráfico llamado **sistema basado en modelos de control adaptativo**. En la ciudad de Münster, el sistema de control de semáforos coordinado en la arteria Albersloher Weg de 6 km de largo, con 24 intersecciones señalizadas, se ha renovado por completo.

Los métodos de control del tráfico urbano mediante semáforos se pueden clasificar en tres sistemas básicos:

- **Control tradicional de señales pre-temporizadas**, en el que las señales se conmutan según un plan fijo con un tiempo de ciclo constante. Suele combinarse con controladores flexibles que permiten conmutar cada señal individual en cada segundo independientemente de las otras señales.
- **Control accionado por tráfico** (actuación de tráfico basada en reglas RBTA), en el que la indicación de la señal es controlada por un ordenador de acuerdo con las reglas *sí, entonces* que reaccionan a las entradas de los detectores de bucle. Por ejemplo, se puede proporcionar una extensión del tiempo verde siempre que las distancias entre vehículos permanezcan por debajo de un valor de umbral (por ejemplo, 3 s) hasta un verde máximo. Estas reglas complejas *sí, entonces* se desarrollan generalmente para cada caso de aplicación.
- **Control adaptativo** (técnica de control adaptativo de señales (ASCT)), en la que una técnica basada en modelos intenta optimizar el rendimiento del flujo de tráfico sobre la base de modelos matemáticos de flujo de tráfico en las redes de calles urbanas.

El control de semáforos activado por el tráfico (tanto RBTA como ASCT) ofrece una reacción flexible a la variabilidad e imprevisibilidad de la demanda de tráfico en los sistemas arteriales.

Los objetivos del control de señal adaptativo pueden ser:

- Reducir los tiempos de viaje y mejorar la confiabilidad del tiempo de viaje para generar beneficios económicos.
- Reducir el número de paradas.
- Reducir los retrasos basados en el control para los vehículos de transporte público a casi cero.
- Reducir el consumo de combustible y las emisiones.
- Mejorar la satisfacción de los usuarios de la vía con la política de transporte urbano.

En Alemania, están disponibles dos sistemas para ASCT: MOTION (Siemens) y BALANCE (GEVAS). Los detalles sobre los sistemas ASCT generalmente no son accesibles al público.

Al igual que muchos sistemas desarrollados comercialmente, los proveedores tratan los sistemas ASCT como secretos industriales para garantizar la competitividad del producto. Por ello, los consumidores (es decir, los administradores de la ciudad) tienen dificultades para comprender si el sistema ASCT puede brindar los resultados deseados antes de que se instalen los sistemas.

El sistema MOTION genera un marco para la temporización de la señal después de un periodo de x minutos (x suele ser de 15 min). Este plan constituye una especie de optimización matemática de un tiempo fijo. Al mismo tiempo, se integra un algoritmo que es capaz de estimar los volúmenes de tráfico a partir de detectores situados cerca de las líneas de parada.

8.1.2.3.2. Sistemas de control de tráfico en Münster

El sistema se basó en conceptos de la década de 1980 y en 2005 ya no podía satisfacer las demandas del tráfico. Los funcionarios de la ciudad querían reemplazar todo el hardware existente con tecnología informática moderna y metodologías de control de tráfico de última generación.

El objetivo era aplicar la tecnología más actualizada (es decir, ASCT). Sin embargo, los funcionarios de Münster no estaban dispuestos a depender únicamente de la información del proveedor antes de ordenar un nuevo sistema. La ciudad contrató a la Universidad Ruhr de Bochum como instituto de investigación independiente para evaluar los beneficios del nuevo sistema.

SITIO

Albersloher Weg, una de las principales arterias de la ciudad, es una calle radial que conecta los suburbios del sur con el centro de la ciudad en una distancia de 6 km. La mayoría de las partes de la arteria no funcionan a plena capacidad.

Uno de los propósitos principales de la reestructuración del control de señales fue dar prioridad en las señales a los autobuses.

Otros aspectos importantes de la reestructuración del control de señales incluyeron lo siguiente:

- El sistema debe ofrecer una alta calidad de coordinación de señales a lo largo de toda la arteria.
- Para mejorar la seguridad del tráfico se aplicó una nueva filosofía de señalización para peatones y ciclistas que incluía los giros a la izquierda protegidos y el verde para peatones indicado sólo cuando todas las señales visibles a lo largo de una secuencia de pasos de peatones pueden estar en verde simultáneamente.

8.1.2.3.3. Metodología

ESTRUCTURA DEL EXPERIMENTO

La prueba del sistema de señales se realizó en tres etapas. Con fines de comparación, en la etapa inicial se evaluó el control de semáforos existente en cuanto al desempeño del tráfico. La fase existente comprendía una combinación de señales pre-temporizadas y activadas por el tráfico.

Como estrategia de control se implementó una combinación de señalización pre-temporizada y RBTA. La RBTA también incluyó reglas para la priorización de autobuses con el objetivo de reducir casi a cero los retrasos inducidos por las señales. Estos controles se basaron principalmente en el intercambio de secuencias de fases, pero también se basaron en la extensión del tiempo verde.

8.1.2.3.4. Resultados de las mediciones

EFFECTOS PARA TRÁFICO PRIVADO

Después el Sistema II muestra un mejor rendimiento que el Sistema I, lo que significa que el ASCT se desempeñó mejor que el método RBTA convencional.

En ambas fases de desarrollo se podría lograr una mejora de la calidad del tráfico. Sin embargo, en el periodo posterior al Sistema I, se observó un deterioro de la calidad del tráfico en la dirección norte.

Para el periodo posterior al Sistema II todos los indicadores tuvieron valores positivos; es decir, se podría detectar una reducción de retrasos y número de paradas en cada caso. La reducción de demoras por parte de ASTC promedió hasta más del 40%, lo que indica una mejora sustancial de la calidad del tráfico.

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO

PI es un promedio ponderado de demoras y paradas. El valor absoluto ofrece poco significado. PI solo gana importancia si se comparan dos soluciones para el control de tráfico coordinado. El valor más bajo denota la mejor solución. Para mejorar la comparabilidad, se definió un PI relativo (PI_R), el cual se calcula según la siguiente fórmula (1):

$$PI_R = \frac{PI}{\sum_i \sum_z (Q_{i,z} \cdot g_z)} \quad (1)$$

El PI_R se redujo un 13% por la tarde y se obtuvo un ligero aumento (3%) por la mañana. Este hallazgo de desempeño significa que el control de la RBTA solo pudo mejorar levemente la operación del tráfico a lo largo de la arteria, lo cual fue una decepción porque la renovación del sistema de señales consumió una cantidad significativa de fondos. ASCT, sin embargo, inició una mejora adicional significativa de hasta un 37% en comparación con el periodo anterior. Este hallazgo es una fuerte indicación del alto rendimiento del MOTION ASCT.

Sin embargo, hubo un resultado negativo: los ciclistas y peatones que cruzaban la arteria sufrieron demoras ligeramente más prolongadas tanto en los periodos posteriores al Sistema I como posteriores al Sistema II. Estos retrasos fueron una consecuencia de la filosofía de seguridad modificada para el control de peatones, que ya no se permiten diferentes señales en los cruces peatonales en una secuencia. (Brilon y Wietholt 2013)

8.1.2.4. Caso de estudio

En Múnich se realiza el control de señales de tráfico con detectores inductivos, pero ha pasado a seguir el enfoque MOBiNET (*Internet of Mobility*). BMW es uno de los socios de MOBiNET y ha lanzado vehículos amigables con el medioambiente, en los cuales se utilizan iconos para transmitir la información a los conductores.

Con la técnica ITS, los datos problemáticos se recopilan, simulan y calibran simultáneamente en un modelo de situación para el desarrollo de varios escenarios ITS. Posteriormente se integra el mejor escenario en situaciones problemáticas cuyo objetivo es mejorar el rendimiento general del sistema de tráfico.

La optimización de semáforos se realiza mediante determinación de fases no esenciales, organización multiagente para apoyo a las decisiones y comunicación vehicular. Dentro de esta última, las posibles tipologías de red incluyen redes de infraestructura (V2I), así como redes Ad-Hoc (V2V).

Una estrategia de desvío de ruta predefinida centralmente para aliviar la congestión en un cruce concurrido es seleccionada y comunicada a los vehículos individuales, que pueden reaccionar a esta nueva información y redefinir su ruta a través de la red teniendo en cuenta su cognición individual del estado del tráfico. Para controlar los cruces, en Alemania existen dos sistemas para ACT: MOTION y BALANCE.

8.1.3. Francia

8.1.3.1. Gestión del tráfico en áreas interurbanas

8.1.3.1.1. Introducción

Los sistemas de gestión del tráfico urbano combinan una serie de equipos y servicios: semáforos en los cruces, equipos de control de acceso, señales de mensaje variable, sensores diversos, equipos a bordo de los vehículos, terminales de aparcamiento, equipos de comunicación, sistemas centrales de supervisión y regulación, sistemas de información y servicios. Estos diferentes sistemas son perfectamente compatibles entre sí, ya que todos utilizan normas acordadas por las ciudades, el Estado y el sector industrial. Además, unos procedimientos de certificación especialmente estrictos garantizan la calidad y la solidez de estos equipos.

8.1.3.1.2. Herramientas para la gestión del tráfico urbano

- Control de acceso a las zonas de tráfico regulado.
- Análisis de vídeo.
- Control de las intersecciones con semáforos.
- Acceso a los aparcamientos y orientación sobre los mismos.
- Paso de peatones inteligente.
- Control de los sensores de tráfico.
- Nuevos servicios de reparto urbano.
- Trastero de vehículos de transporte público.

8.1.3.1.3. Gestión del flujo de tráfico

8.1.3.1.3.1. El sistema Gertrude

La empresa semipública combinada *Gertrude Saem* fue fundada en 1981 por la comunidad urbana de Burdeos. Su objetivo inicial era reducir la congestión vial.

El sistema Gertrude permite gestionar los semáforos en tiempo real. Mediante una red de sensores que miden el tráfico, calcula cada segundo la configuración óptima de los distintos cruces semaforicos y transmite esta información a los controladores.

Las evaluaciones de tráfico se basan en una densa red de sensores que registran el flujo de tráfico y la ocupación de las carreteras y detectan los vehículos de transporte público. Para reducir los costes de instalación de los sensores, muchas ciudades utilizan ahora sensores inalámbricos.

8.1.3.1.3.2. *Navinéo*

Navinéo es un sistema de seguimiento en tiempo real de una flota de autobuses mediante geolocalización.

Tanto si se trata de implantar un servicio de autobús de alto nivel, como de resolver problemas locales específicos o mejorar la puntualidad, este sistema puede adaptarse a las características del cruce y ofrece varios tipos de soluciones de prioridad.

- **Control centralizado:** el calculador de a bordo filtra las solicitudes de prioridad en función del estado del autobús (adelantado / retrasado). Envía la solicitud, a través de la red de radio del sistema de ayuda a la explotación, al sistema central de gestión de semáforos que emite las órdenes de prioridad, teniendo en cuenta las condiciones registradas (grado de emergencia, estado del tráfico).
- **La solicitud de prioridad de largo o corto alcance:** cada vehículo controla la activación del semáforo en la fase previa a la intersección. Para el giro de luces de corto alcance, la solicitud de prioridad se transmite localmente directamente desde el vehículo. Para el giro de luces de largo alcance, la solicitud de prioridad es transmitida por la infraestructura de radio de largo alcance de la red.

8.1.3.1.3.3. *MediaCity*

Durante el funcionamiento de la línea T3 del tranvía de la región de París, este servicio garantiza la prioridad de los tranvías y asegura que ningún coche u otro vehículo de carretera pueda bloquear los pasos a nivel. *Citilog* ha desarrollado una solución innovadora para la detección de atascos basada en el análisis de vídeo integrado en su producto *MediaCity*.

Este producto se utiliza en unos 20 puntos de cruce entre esta línea de tranvía y la red de carreteras. El módulo de análisis produce cálculos en tiempo real de la tasa de ocupación espacial de los carriles de espera para los vehículos que giran a la izquierda. Cuando se detecta un riesgo de bloqueo, se activa una alarma que prolonga el periodo de la interfase permitiendo que se despeje el paso a nivel para que esté libre de todos los

vehículos cuando llegue el tranvía. El tranvía que se aproxima goza así de una prioridad absoluta que garantiza la comodidad y la velocidad comercial.

Este servicio evitar recurrir a una fase semafórica especial para gestionar los giros a la izquierda que cruzan las líneas del tranvía en las zonas de reserva central.

8.1.3.1.4. Implementación de la gestión multimodal

8.1.3.1.4.1. Campustrafic

La Metrópolis de Toulouse ha desarrollado un enfoque centralizado para optimizar la eficacia de su red de transporte con el fin de mejorar la calidad de los trayectos y facilitar la gestión de las crisis.

Campustrafic es un sistema de gestión global del transporte en la Metrópolis de Toulouse. Reúne varios servicios de gestión diferentes en un mismo lugar:

- El puesto de control ‘*CAPITOUL*’ para la red urbana de Toulouse.
- El puesto de control de Tisséo para la gestión de los servicios de transporte público en la aglomeración.
- El puesto de control para la gestión e ingeniería del tráfico gestionado por la dirección interdepartamental de carreteras del suroeste de Francia.
- El puesto de control de la empresa Autopistas del Sur de Francia.

La Metrópolis de Toulouse cuenta con una estructura de toma de decisiones basada en la cooperación, procedimientos de diseño de acciones para gestionar las averías en las redes, un edificio compartido que facilita el diálogo entre los diferentes operadores y sistemas interconectados que permiten a los operadores una visión global de todas las redes diferentes.

8.1.3.1.5. Garantizar la seguridad

8.1.3.1.5.1. Paso de peatones inteligente

Los pasos de peatones inteligentes se llevan usando en Toulouse desde 1986. Consisten en un semáforo inteligente y educativo que ayuda a los peatones a cruzar las carreteras más transitadas. El sistema consta de:

- Un semáforo peatonal modificado que incluye una línea amarilla intermitente entre el verde y el rojo.
- Las clásicas luces tricolores para vehículos.
- Un sistema que detecta a los peatones.
- Un mástil que incluya señalización adicional y un sistema de iluminación del paso de peatones durante la noche.

Cuando no hay peatones, la luz amarilla intermitente está apagada; empieza a parpadear en cuanto un peatón se detiene en el paso. Al mismo tiempo, las luces tricolores para los coches comienzan a parpadear en amarillo para advertir al conductor de la presencia de un peatón. Si el peatón decide cruzar en los 5 segundos siguientes a su detección, la luz amarilla sigue parpadeando durante un tiempo para que el peatón pueda llegar a la acera contraria. De lo contrario, las luces de los vehículos se ponen en rojo para que la luz de los peatones se ponga en verde. Este sistema sólo detiene a los coches si los peatones lo necesitan. No hace esperar a los peatones sin motivo cuando pueden y desean cruzar inmediatamente utilizando la luz amarilla intermitente. (Ministry for an ecological and solidary transition, Ministry of Transport 2017)

8.1.3.2. Gestión del tráfico en la red de carreteras francesa

8.1.3.2.1. Optimización del rendimiento de la red

8.1.3.2.1.1. Creación de un carril adicional en el este de París

El tramo común de la autopista de cuatro carriles de la A4 y la A86, situada en el este de París y gestionada por los servicios del Estado, soporta 280.000 vehículos diarios y es considerada como “el mayor atasco de Europa”.

En 2005, el carril de emergencia se abrió como un quinto carril potencial al tráfico sólo durante los periodos de alto tráfico, el cual se identifica por un color más claro.

Para permitir un funcionamiento eficaz de los carriles, se instalaron barandillas móviles de asignación por control remoto. Se abren y se cierran automáticamente en función de la densidad del tráfico. La señalización vertical dinámica, consistente en carteles de mensajes variables y señales de asignación de carriles, advierte a los usuarios de la apertura o el cierre del carril. Los radares automáticos intervienen en el control de la velocidad y contribuyen a la máxima seguridad en este tramo. La zona está cubierta por cámaras de vídeo conectadas con sistemas automáticos de detección de incidentes para identificar rápidamente cualquier incidente que afecte al tráfico en esta carretera y restablecer la función principal del carril de emergencia. Las condiciones de funcionamiento (4 o 5 carriles) son propuestas por el sistema a partir de los datos de tráfico y validadas por un operador, tras un control visual mediante cámaras.

La apertura temporal de un carril adicional tiene tres ventajas principales:

- El aumento de la capacidad de la infraestructura entre un 7,5 y un 10%.
- La reducción de los periodos de tráfico saturado.
- Un aumento de 20 km/h de la velocidad media durante las horas punta de la mañana.

La mejora de la fluidez del tráfico y la gestión dinámica también permiten:

- Ganar en seguridad en los túneles de Nogent y Champigny, ya que los operadores de tráfico que controlan los lugares de congestión pueden hacer que el tráfico evite los túneles.
- Reducir las molestias del tráfico: el consumo de combustible, los contaminantes y las emisiones de gases de efecto invernadero disminuyen en la zona experimental gracias a la mejora de la fluidez.

8.1.3.2.1.2. Carril central reversible en un puente en Saint-Nazaire

El puente que une Saint-Nazaire con Saint-Brevin, en Loire-Atlantique, es el único que salva el estuario del Loira, aguas abajo de Nantes. Conecta las zonas residenciales con una dinámica zona de empleo y es la única posibilidad de desplazamiento. La antigua configuración de los carriles de circulación en el puente, dos carriles de entrada que se reducen a uno, era la causa de la congestión todos los días por la mañana y por la tarde, de la forma más concurrida.

Para aliviar la congestión al cruzar el estuario, el Consejo General de Loire-Atlantique estableció en 2010 una asignación dinámica del carril central del puente, en el sentido más circulado.

La asignación del sentido de circulación del carril central en función del tráfico se materializa mediante luces en pórticos. La seguridad de los usuarios es prioritaria, de ahí que todo el recinto cuente con una fuerte densidad de equipamientos dinámicos y de comunicación: iluminación, barreras automáticas para que los conductores utilicen el carril derecho y señalización dinámica. Todos estos equipamientos se controlan desde un centro departamental de coordinación y gestión del tráfico, especialmente dedicado a este tema.

Las primeras evaluaciones del sistema muestran una mejora real de las condiciones de tráfico. El tiempo de paso es ahora muy regular: entre 4 y 6 minutos, incluso en las horas punta de la mañana y de la tarde, frente a los 4/11 minutos de antes. Los usuarios están muy satisfechos y no señalan problemas de lectura ni de comprensión.

8.1.3.2.2. Optimización del transporte público periurbano

8.1.3.2.2.1. El carril exclusivo compartido en Grenoble

El Consejo General de Isère (departamento en el que se encuentra Grenoble), en colaboración con los servicios de carreteras del Estado, estudió la posibilidad de que los autobuses circularan por el carril de emergencia. En septiembre de 2007, estos estudios condujeron a la creación de un carril exclusivo compartido de 4,5 km de longitud.

El carril exclusivo compartido sólo se abre cuando los carriles habituales de la autopista están congestionados, normalmente en las horas punta de la mañana. Sólo los conductores de autobús que han recibido formación pueden utilizar el carril. Fuera de estas situaciones, la circulación está prohibida y sigue siendo un carril de emergencia. Cuando está abierto a los autobuses, una detección automática de incidentes permite inhabilitar el tráfico en esta vía para restablecer su función de carril de emergencia. El límite de velocidad es de 50 km/h con una diferencia máxima de 20 km/h de velocidad medida en los otros carriles y la velocidad máxima permitida a los autobuses.

El éxito del carril exclusivo compartido se midió a través de una encuesta de satisfacción realizada seis meses después de su apertura. El 26% de los encuestados eran nuevos clientes de la línea, el 89% creyó que el carril es eficaz y el 90% deseó una ampliación, este éxito se debe principalmente a la consistencia del tiempo de viaje del autobús, la fiabilidad del tiempo de los autobuses es un factor clave para la asistencia de la línea.

8.1.3.2.2. Derecho de paso del transporte público en el área metropolitana de Estrasburgo

La carretera Wasselonne-Estrasburgo, que da servicio a la parte occidental del área metropolitana de Estrasburgo, soporta un tráfico importante, por lo que las líneas de autobuses interurbanos se ven afectadas.

El objetivo del Consejo General del Bajo Rin (departamento en el que se encuentra Estrasburgo) es ofrecer un servicio regional equivalente al del tren o el tranvía mediante autobuses con un alto nivel de servicio: tiempo de recorrido regular, alta frecuencia y fácil conexión con los otros modos de transporte.

Desde 2006 se ha llevado a cabo un experimento en el corredor que atraviesa el pueblo de Furdenheim. La idea ha sido tratar de forma homogénea ambos sentidos creando un carril de 1.500 m de longitud dedicado a los autobuses “departamentales” que circulan en las dos direcciones. Paralelamente, un sistema de regulación lumínica retiene el tráfico fuera del pueblo para dar prioridad a los autobuses. Cuando un autobús llega, es detectado por GPS, y obtiene prioridad para su paso a través de semáforos que se sincronizan para que sólo encuentre luces verdes. (The French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy 2014)

8.1.3.3. Caso de estudio

Para la gestión del flujo del tráfico, se utilizan principalmente el Sistema Gertrude y el sistema Navinéo (geolocalización de los autobuses), MediaCity (controla los cruces entre el tranvía T5 de París y los coches).

Para garantizar la seguridad de los peatones, se utilizan pasos peatonales inteligentes que consisten en un semáforo inteligente y educativo que ayuda a los peatones a cruzar las carreteras más transitadas.

Los semáforos constan de tres luces: una roja, otra verde y otra amarilla. Si el peatón decide cruzar en los 5 segundos siguientes después de que sea detectado, la luz amarilla parpadea durante un tiempo para que el peatón pueda cruzar al otro lado de la calle. De lo contrario, las luces de los vehículos se ponen en rojo para que la luz de los peatones se ponga en verde. Este sistema sólo detiene a los coches si los peatones lo necesitan.

8.1.4. Dinamarca

8.1.4.1. Control de señales de tráfico para la construcción y planificación de trenes ligeros

8.1.4.1.1. Priorización de autobuses y trenes ligeros

En la Ley de Tráfico, los vehículos ferroviarios deben considerarse autobuses en servicios regulares.

Al priorizar activamente en intersecciones reguladas por semáforos, las posiciones de los autobuses y vehículos de tren ligero deben ubicarse antes de que el sistema de señalización se vea afectado. En la práctica, los autobuses y los vehículos sobre rieles ligeros se detectan con detectores, o los autobuses y los vehículos sobre rieles ligeros están equipados con equipos para su uso en la localización y comunicación con el sistema de vehículo, el sistema de señalización o ambos.

La priorización activa puede tener lugar de varias maneras:

- La señal regular o la señal de autobús y tren ligero cambia previamente a “verde” en:
 - Acortar el verde para el sentido transversal.
 - Grupos de señales de adelantamiento.
 - Activación de grupos de señales especiales.
- La señal general o la señal de autobús y tren ligero puede dar a los autobuses y a los vehículos de tren ligero un tiempo verde más largo.

El uso de sistemas prioritarios en los que se intercambian datos entre el sistema del vehículo y el sistema de señalización permite:

- Para cambiar los puntos de detección sin interferir con la carretera.
- Priorizar a los autobuses o trenes ligeros en función de la línea actual del vehículo.

- Priorizar los autobuses o trenes ligeros que presenten un determinado retraso con respecto al horario, para así cumplir mejor con este.

Las inversiones en carriles bus y especialmente en trenes ligeros son a menudo una expresión de una elección de política de tráfico para priorizar el transporte público a expensas del resto del tráfico. Debe quedar claro aquí que la priorización puede tener lugar en diferentes niveles dependiendo de la priorización política. Por lo tanto, se debe considerar:

- Qué tan grandes extensiones y acortamientos de verde son aceptables.
- Si se debe dar prioridad a todos los autobuses y trenes ligeros sin tener en cuenta el resto del tráfico.
- Si es necesariamente el siguiente autobús o tren ligero el que debe tener prioridad si las posibilidades de priorización están limitadas por otro tráfico.

Para lograr un horario con pocas desviaciones, puede ser apropiado dar una prioridad particularmente alta a los autobuses o trenes ligeros retrasados, especialmente cuando se deba tener en cuenta otro tráfico. Si se da prioridad al siguiente autobús o tren ligero, se corre el riesgo de dar prioridad donde no es necesario, a costa de los autobuses o trenes ligeros se retrasen. Para evitar esto, se requiere un sistema de priorización que pueda intercambiar datos.

La priorización también puede lograrse mediante el intercambio de datos entre el sistema de transporte y el sistema de señalización:

- Antes de que el autobús o el tren ligero llegue a la parada, el sistema de transporte puede enviar datos al sistema de transporte puede enviar datos al sistema de señalización sobre cuándo se puede esperar que el vehículo llegue a la línea de parada basándose en las estadísticas del sistema de transporte.
- Antes de cerrarse para el embarque, el conductor del autobús o del vehículo de metro ligero puede enviar datos al sistema de señalización sobre cuándo se puede esperar que el autobús o el metro ligero llegue a la línea de parada.

8.1.4.1.2. Consideraciones para rutas separadas

Cuando una alineación común de autobús o metro ligero en la misma vía se separa en alineaciones en direcciones diferentes en cruces señalizados, es esencial que el sistema de control de la señalización esté dispuesto para garantizar que la primera unidad que active su grupo de señalización sea la primera en hacerlo.

8.1.4.1.3. Consecuencias geométricas

La elección de la escala de prioridad puede afectar a la frecuencia con la que se puede esperar que los autobuses y los trenes ligeros tengan prioridad, y por lo tanto a la necesidad de espacio para hacer cola en las aproximaciones en las que se congregan más vehículos mientras se da prioridad al transporte público.

La priorización de la accesibilidad del transporte público a través de la señalización también debe garantizar que se tenga en cuenta el posicionamiento óptimo de las paradas antes y después de los cruces para minimizar los tiempos de espera totales. La colocación de paradas después de una intersección controlada por señales puede proporcionar oportunidades óptimas para detectar el transporte público con tiempo suficiente antes de la siguiente intersección. Cuando hay coordinación entre cruces, en algunas situaciones puede ser ventajoso colocar paradas antes de un cruce señalizado y después del siguiente, de modo que el transporte público pueda pasar por dos sistemas de señales coordinados sin detenerse. (IT on the road 2016)

8.1.4.2. Caso de estudio

Para conseguir pocas desviaciones, es recomendable dar más prioridad a los autobuses o trenes con mayor retraso. Para ello se requiere un sistema de priorización que pueda intercambiar datos antes de que el autobús llegue a la parada o antes del embarque, el conductor enviará datos al sistema de señalización.

8.1.5. Países Bajos

8.1.5.1. Movilidad mediante políticas de control parametrizadas

8.1.5.1.1. Introducción

Una excelente solución de control de tráfico para los problemas de tráfico en las autopistas es un controlador que tenga en cuenta la situación actual y futura del tráfico y prediga las consecuencias de sus acciones de control.

MPC (control predictivo basado en modelos) puede manejar lazos inciertos del modelo, incluir restricciones, admitir criterios de rendimiento multiobjetivo y usarse con modelos no lineales. Además, en varios estudios de casos, MPC ha demostrado generar ganancias significativas en el rendimiento de la red de tráfico.

Sin embargo, esto viene con una limitación principal: el tiempo de cálculo es muy largo, lo que hace que el enfoque sea intratable en la práctica.

Se propone un enfoque de control de tráfico parametrizado de horizonte de retroceso (RHP) que combina las ventajas del MPC convencional y las ventajas de los controladores de retroalimentación de estado.

8.1.5.1.2. Modelos

METANET

METANET es un modelo macroscópico de flujo de tráfico de segundo orden. El modelo describe la evolución de la densidad media (en vehículos por kilómetro por carril), el flujo medio (en vehículos por hora) y la velocidad espacial media (en kilómetros por hora) como ecuaciones diferenciales no lineales.

VT-MACRO

El modelo VT-Macro es un modelo de emisión macroscópica que se desarrolló especialmente para el modelo de flujo de tráfico METANET. El modelo tiene en cuenta la dinámica de la velocidad media espacial del modelo de flujo de tráfico. Las entradas del modelo son la velocidad espacial promedio, la aceleración promedio y el número de vehículos sujetos a pares de velocidad y aceleración. La aceleración media y el número de vehículos se calculan a partir de las variables de velocidad media espacial, densidad y flujo del modelo METANET.

8.1.5.1.3. Control predictivo basado en modelos

cMPC

cMPC es un enfoque de control en el que la acción de control actual que se aplicará se obtiene resolviendo un problema de control óptimo en lazo abierto en línea utilizando el estado actual de la planta como estado inicial. El proceso de optimización produce una secuencia de control óptima y la primera entrada de control en la secuencia se aplica a la planta. En otras palabras, a diferencia de otros métodos de control, cMPC no utiliza una ley de control para producir señales de control precalculada (o prediseñada). cMPC es capaz de controlar sistemas multivariables y no lineales, y puede manejar restricciones de estado y de entrada. Además, cMPC puede, hasta cierto punto, abordar los errores de predicción resultantes de los desajustes (o incertidumbre) del modelo y las perturbaciones debidas a los enfoques de retroalimentación y horizonte descendente.

cMPC y, en particular, cMPC para sistemas no lineales tienen ciertas desventajas. La principal desventaja emana del problema de optimización no lineal y no convexo involucrado.

Estos problemas de optimización no solo plantean dificultades para calcular soluciones óptimas, sino que el tiempo de cálculo necesario para obtener las soluciones óptimas también es muy alto. Por lo general, el tiempo de cálculo aumenta exponencialmente a medida que aumenta el número de entradas de control o el horizonte

de predicción. Para aliviar los problemas computacionales, se pueden utilizar varios enfoques.

Es decir, para limitar el número de variables a optimizar, se define un horizonte de control entero positivo.

Otro enfoque interesante que puede reducir considerablemente el tiempo de cálculo es la parametrización de las entradas de control (mediante un pequeño número de parámetros), de modo que el controlador optimice un conjunto de parámetros, en lugar de optimizar una secuencia de entradas de control como en el caso de cMPC.

MPC PARAMETRIZADO

En MPC parametrizado, las señales de control se parametrizan de acuerdo con algunas leyes de control. Los parámetros de las políticas de control se optimizan en un cierto horizonte de tiempo para reducir la función objetivo definida. Los parámetros de las políticas de control pueden optimizarse de tal manera que sean constantes a lo largo del horizonte de predicción, o pueden considerarse variables en el tiempo a lo largo del horizonte de predicción. Sin embargo, la mayor parte del trabajo en MPC con políticas de control de retroalimentación se enfoca en el tiempo lineal invariante.

8.1.5.1.4. Controlador de tráfico parametrizado de horizonte decreciente

El bloque del sistema designa el sistema de tráfico real donde las mediciones de los estados de tráfico (como velocidad, flujo, emisiones y consumo de combustible) se envían al controlador RHP. El controlador RHP contiene el modelo del sistema de tráfico, la herramienta de optimización y los bloques de ley de control.

Utilizando las medidas actuales de los estados de tráfico como estados iniciales del modelo, el controlador RHP predice la evolución de los estados del sistema. El bloque de optimización optimiza un conjunto de parámetros que describen la política de control de tal manera que la función objetivo definida se reduce mientras se cumplen las restricciones. El conjunto óptimo de parámetros se envía al bloque de política de control que los usa, junto con los estados de tráfico pronosticados del modelo para generar las medidas de control de tráfico (como límites de velocidad, tasa de medición de rampa y señales de guía de ruta). Los parámetros se optimizan y se generan para ser utilizados para todo el horizonte de predicción. Sin embargo, el controlador RHP aplica solo el primer conjunto de parámetros al sistema. En el siguiente paso de tiempo de control, el horizonte de predicción cambia un paso de tiempo de control y el controlador repite el proceso de optimización nuevamente.

8.1.5.1.5. Parametrización de horizonte decreciente para el control de límite de velocidad variable

LEY GENERAL DE CONTROL DEL LÍMITE DE VELOCIDAD VARIABLE

Dado que los límites de velocidad se utilizan para limitar la velocidad de todos los vehículos dentro del mismo segmento de un enlace, es lógico utilizar variables macroscópicas como la velocidad media, la densidad o el flujo de los vehículos para diseñar el controlador RHP para el control de límites de velocidad.

Se sabe que la densidad de cada segmento se ve afectada por la densidad del segmento aguas abajo. Por lo tanto, es importante considerar la densidad del segmento aguas abajo al determinar el límite de velocidad del segmento. Sin embargo, la densidad por sí sola no puede describir la relación de flujo de los dos segmentos consecutivos. Por lo tanto, también se necesita usar la velocidad para determinar la señal de control que puede producir el flujo deseado. De hecho, es lógico tomar la velocidad aguas abajo, porque los conductores solo pueden adaptar sus velocidades a las de los vehículos que van delante. Esto significa que, además de la densidad aguas abajo, la velocidad aguas abajo también es importante en la parametrización de las señales de control.

CONTROLADOR DE LÍMITE DE VELOCIDAD

La intención de las soluciones de control de tráfico que utilizan límites de velocidad es lograr flujos de tráfico homogeneizados (como homogeneizar la velocidad y la densidad de los vehículos en la autopista) para que se pueda cumplir con la medida de rendimiento deseada.

8.1.5.1.6. Estudio

COMPARACIÓN DE cMPC Y RHP

La diferencia en el tiempo promedio de cómputo (tiempo de la unidad central de procesamiento) por paso de control de los controladores cMPC y RHO es significativa. El controlador RHP mejora los tiempos de cálculo de todos los casos en más de un 96%. Sin embargo, hay que tener en cuenta que es posible que el rendimiento (en términos de TTS o TE) del controlador RHP sea peor que el rendimiento de controlador cMPC, ya que el controlador RHP es una aproximación del controlador cMPC.

En el caso de que no se permita que el tiempo de cálculo del controlador cMPC exceda el paso de tiempo de control T_c , el controlador COT-cMPC funciona mal.

RHP Y cMPC BAJO PONDERACIONES VARIABLES

El TTS se puede reducir en un factor de más del 19% y el *TE* se puede reducir en menor del 2% cuando el foco del controlador RHP está en TTS únicamente. Además, muestra que el SE *TE* puede reducir en más del 58% si el controlador RHP se enfoca solo en *TE*, pero luego, el TTS aumenta en más del 120%.

Aunque el rendimiento del controlador cMPC bajo el tiempo de cálculo ilimitado es casi similar, incluso en muchos casos mejor que el controlador RHP, el COT-cMPC funciona peor que el controlador RHP. En todos los casos, el desempeño del COT-cMPC es peor, incluso en el escenario no controlado. Limitar el tiempo de optimización del controlador cMPC puede afectar negativamente el flujo del tráfico. Sin embargo, con el uso de RHP y con la definición adecuada de las leyes de control, el tiempo de cálculo se puede reducir significativamente mientras que el rendimiento del controlador se degrada de manera insignificante. (Zegeye, y otros 2012)

8.1.5.2. Control de tráfico de próxima generación en los Países Bajos

8.1.5.2.1. Introducción

Las medidas más comunes dentro de la gestión del tráfico son las medidas de control local, como las señales de tráfico y los sistemas de medición de rampa, que tienen un alcance limitado de unos pocos cientos de metros o menos. Actualmente, un desarrollo importante dentro de la gestión del tráfico es el desarrollo del control de red, que es el control del tráfico para áreas más grandes, preferiblemente cubriendo todos los diferentes tipos de redes en un área.

Los escenarios son un conjunto coherente de medidas locales para una red vial. Se desarrollan fuera de línea y corresponden a patrones recurrentes en el estado del tráfico, como la hora punta de la mañana o el éxodo del fin de semana. Llamaremos a esto el enfoque de arriba hacia abajo, ya que el centro de gestión del tráfico es la única entidad autorizada para tomar decisiones. El enfoque de arriba hacia abajo se ha utilizado en los Países Bajos durante la última década.

El Módulo de Coordinación de Escenarios (SCM por sus siglas en inglés) se convirtió en un sistema de control de red distribuido y multinivel, descomponiendo la red en cuatro niveles, ofreciendo control en los tres niveles superiores y combinando estrategias de control de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Descomponer la red fue, junto con descomponer los escenarios, en componentes para elementos de red más pequeños en los tres niveles superiores. En el nivel más bajo considerado, los llamados bloques de

construcción, que son series lineales de segmentos de carretera conectados, los estados posibles se reducen a sólo tres: sin congestión, próxima congestión y congestión.

Otro enfoque reciente para el control de la red fue la aplicación del control de múltiples agentes dentro de una arquitectura jerárquica. Este enfoque consiste en un conjunto de agentes comunicantes, que representan elementos de red en diferentes niveles de una red, como segmentos de carretera, rutas o pares OD (Origen-Destino).

El SCM ofrece control sólo en los tres niveles de red superiores que distingue: red, subredes, *'buildingblocks'* y enlaces. Una red vial determinada se puede dividir en muchas subredes y cada subred consta de varios componentes básicos. Una cadena de enlaces construye un buildingblock y el estado del buildingblock, como el flujo libre o la congestión, se basa en los datos de tráfico de los enlaces (por ejemplo, velocidades promedio, flujos o densidades de los enlaces). Los agentes pueden comunicarse con los agentes vecinos utilizando los llamados *servicios*. Un servicio, como reducir la afluencia, denota el efecto de una medida de control. Se hace la distinción porque diferentes medidas pueden tener el mismo efecto en el tráfico.

Al usar esta arquitectura jerárquica el sistema se vuelve más rápido para responder a los cambios en los patrones de tráfico.

8.1.5.2.2. *Arquitectura del sistema*

La arquitectura propuesta en el módulo de coordinación de escenarios es distribuida. Hay varias ventajas en el uso de este estilo arquitectónico, como la flexibilidad y la mejora de la comunicación al cumplir con los requisitos mínimos de comunicación.

Las medidas de tráfico local se distribuyen con sus sensores y actuadores repartidos en varias ubicaciones. Esto permite una mejor gestión de posibles fallas. Una arquitectura distribuida mejora la escalabilidad, permitiendo que el sistema crezca.

Los componentes distribuidos tienen que comunicarse entre sí, ya que trabajan en cooperación. Por ejemplo, los enlaces tienen que comunicarse con otros enlaces para determinar el estado del tráfico utilizando técnicas de filtrado de datos y realizar el control del tráfico usando un enfoque multiagente. Miden continuamente el estado del tráfico y lo comunican a otros enlaces en tiempo real.

La arquitectura del sistema de alto nivel (figura 45) muestra la estructura del sistema, en la que las entidades de software representan elementos de la red de carreteras. Estos elementos de red son:

- **Red:** representa una red vial y consta de varias subredes.

- **Subred:** representa un subconjunto de una red de carreteras y consta de varios bloques de construcción.
- **Buildingblock:** consiste en una cadena de enlaces conectados. Es un tramo de carretera en una dirección de conducción que puede contener cruces u otros puntos de unión o elección.
- **Vínculo:** un segmento de carretera en una dirección sin cruces u otros puntos de elección o fusión excepto el punto inicial y final. Hay dos tipos, enlaces principales y enlaces de acceso. El enlace principal es el enlace desde el punto de fusión hasta el punto de elección y el enlace de acceso es el enlace desde el punto de elección hasta el punto de fusión.

Hay tres capas diferentes en el sistema SCM: la capa de monitoreo, la capa de control y la capa de supervisión. En la capa de monitoreo, los enlaces reciben los datos de tráfico de los sensores y filtran los datos utilizando técnicas de filtrado de datos. En la capa de control, los bloques de construcción determinan sus estados en función de los datos de tráfico de los enlaces y controlan diferentes tipos de actuadores (medidas de control de tráfico). En la capa de supervisor, los operadores pueden monitorear el estado de las subredes y operar con un escenario seleccionado por el sistema SCM. En la capa de control multiagente, los enlaces se comunican con los enlaces vecinos y se coordinan entre sí mediante el llamado *servicio*. Si los enlaces no pueden manejar el tráfico, los buildingblocks tomarán el control y se coordinarán con sus vecinos mediante el uso del servicio. Si los componentes básicos aún no pueden manejar el tráfico, la subred asumirá el control con un escenario diferente y se coordinará con la subred vecina para resolver los conflictos.

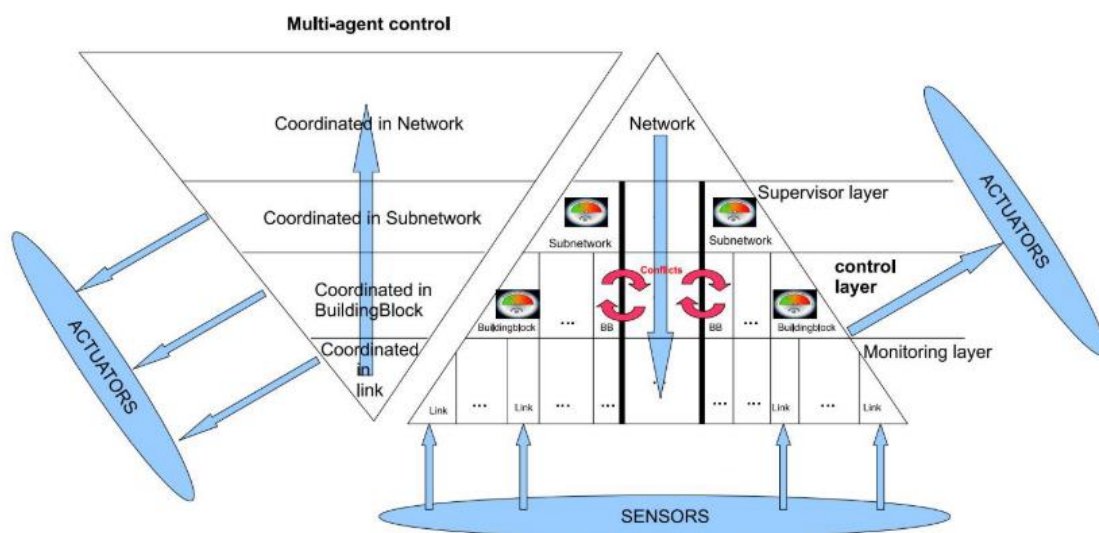


Figura 48. Arquitectura del sistema

8.1.5.2.3. Mecanismos de control multiagente

La esencia de un mecanismo de control de múltiples agentes consiste en un número, a menudo grande, de instancias u objetos que se comunican, generalmente llamados agentes. Cada agente tiene un comportamiento relativamente simple. Por lo general, todos ejecutan el mismo programa de control o uno de un pequeño número de programas de control diferentes. Lo que importa es que el conjunto de agentes en su agrupación también puede exhibir un cierto comportamiento, el llamado comportamiento emergente, que puede ser beneficioso para el conjunto (sistema óptimo) y difícil de obtener por los medios más tradicionales.

Por lo tanto, las técnicas de programación multiagente dependen mucho de ciclos cortos de desarrollo, simulación y mucha experimentación y ajuste, pero en principio pueden hacer una contribución que es difícil de obtener de otra manera.

En la red de carreteras, se pueden distinguir enlaces, buildingblocks y subredes. Los agentes pueden informarse entre sí sobre su estado y pueden enviarse solicitudes entre sí.

OFRECER CAPACIDAD DE BÚFER AGUAS ABAJO

En el caso de que el agente de enlace sepa cuánto tráfico entrante carga el enlace en el próximo periodo de tiempo (flujo de entrada fijo), es importante que el agente ofrezca capacidad de búfer a sus agentes descendentes. Por lo tanto, puede descargar libremente el tráfico descendente. Por ejemplo, un enlace que tiende a tener capacidad de almacenamiento intermedio puede ofrecer capacidad a sus enlaces descendentes. Los enlaces pueden tomar las medidas apropiadas por sí mismos (por ejemplo, si los enlaces están equipados con semáforos, se pueden adaptar los tiempos verdes para los diferentes enlaces salientes) y/o pueden reenviar la oferta a sus enlaces entrantes. Esto supondrá un efecto en el tráfico y, con la sintonización adecuada, es probable que se pueda encontrar un efecto deseable en toda la red.

PEDIR MENOS AFLUENCIA DESDE AGUAS ARRIBA

En el caso de que el flujo de salida sea fijo, aplicando el mismo algoritmo que en el caso de aguas abajo, el agente de enlace puede solicitar capacidad a sus enlaces de aguas arriba. Por ejemplo, un enlace que tiende a sobrecargarse puede enviar una solicitud de “reducción de flujo de entrada” a sus enlaces ascendentes. Los enlaces pueden tomar las medidas apropiadas por sí mismos y/o pueden reenviar la solicitud a sus enlaces entrantes.

8.1.5.2.4. El proyecto FILEPROOF

El tráfico en Ámsterdam, las redes urbanas y de autopistas, estaba controlado por el municipio de Ámsterdam y la agencia de carreteras. Se producen muchos conflictos entre las redes urbanas y el control de las redes de autopistas. Además, todos los equipos de carretera se controlan de forma independiente.

Con el fin de mejorar el flujo de tráfico y reducir la congestión del tráfico en el área de Ámsterdam, el proyecto *FILEPROOF* comenzó en 2008. Este proyecto da como resultado más de 700 escenarios para el control de tráfico basado en escenarios. Sin embargo, es casi imposible para los operadores manejar tantos escenarios y seleccionar el más adecuado para el patrón de tráfico actual. El SCM se ha introducido para abordar este problema con un enfoque de abajo hacia arriba.

En este proyecto hay cuatro tipos de sensores: sensores MONICA (puntos de medición de velocidad-flujo con doble lazo de inducción), los lazos de inducción en sitios de medición de rampa, sensores MOCO (puntos de medición de tiempo de viaje mediante el uso de cámaras con reconocimiento de matrícula), y el bucle de inducción en sitios TLS (*Traffic Light System*). Los bucles de inducción y los puntos de medición son sensores que recopilan información de tráfico en tiempo real del entorno, como la velocidad y el flujo.

También hay cuatro tipos de actuadores: el TLS, el sistema de medición de rampa, el texto DRIP (*Dynamic Route Information Panels*) y la imagen DRIP. Los actuadores TLS se utilizan para reducir o aumentar las intensidades de los flujos de tráfico en las vías urbanas. La medición de rampa utiliza señales de tráfico en las rampas de acceso a la autopista para controlar los flujos de tráfico que ingresan a la autopista. Tanto los DRIP de texto como de imagen se utilizan para desviar e informar a los conductores sobre el estado actual del tráfico de las rutas aguas abajo del DRIP.

DEFINICIÓN DE SUBREDES Y COMPONENTES BÁSICOS

La circunvalación A10 y las vías urbanas de Ámsterdam se dividen en cuatro partes: la parte este, la parte sur, la parte oeste y la parte norte. Cada parte tiene dos direcciones. Así, la red vial se divide en ocho subredes, tal como se puede ver en la figura 47.

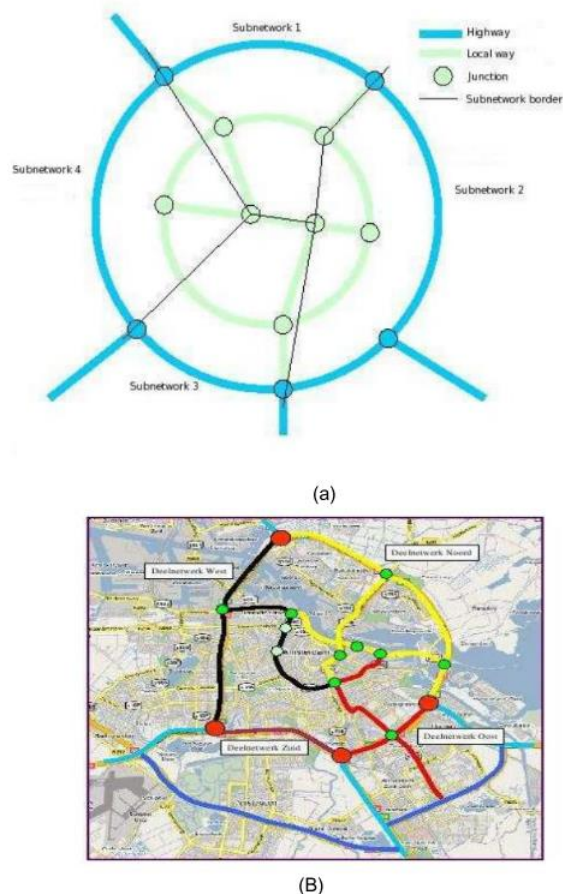


Figura 49. Red y subredes del área de Ámsterdam

Cada subred consta de tres a cinco buildingblocks tanto de carreteras urbanas como de autopistas. Un componente básico está definido por una serie de enlaces para proporcionar datos de tráfico de todo tipo de sensores. Cada bloque de construcción tiene tres estados diferentes: el estado verde (flujo libre), el estado amarillo (en el medio) y el estado rojo (congestión). Se definen diferentes servicios de tráfico para cada estado de tráfico.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SCM

Después de definir las subredes y los componentes básicos, el estado de los componentes básicos se puede calcular en función de los estados de tráfico de los enlaces cada minuto. Si la combinación de los estados de los componentes básicos se cambia para una subred después de un tiempo de vida mínimo de un escenario (por ejemplo, 15 minutos), el sistema SCM propondrá un nuevo escenario. Los operadores pueden aceptar o rechazar el escenario. Si se rechaza, el escenario de la subred sigue siendo el último escenario activado.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ENFOQUE MULTIAGENTE

El control multiagente se realiza mediante los llamados servicios, como los servicios de capacidad. Son acciones que se configuran en los agentes de enlace. Mediante el uso de la llamada de servicios de capacidad, los agentes de enlace pueden ofrecer o solicitar capacidad de los agentes de enlace aguas abajo o aguas arriba.

El marco de referencia describe los criterios que debe cumplir el estado del tráfico en los enlaces. Si el estado del tráfico difiere de los criterios, los enlaces tomarán las medidas adecuadas.

Cuando se le solicite, un enlace reducirá su flujo de salida configurando diferentes tiempos verdes para el sistema de semáforos (TLS) o configurando diferentes programas para la medición de rampa (RM). Si el enlace no tiene un TLS o un RM, reenviará la llamada de servicio a sus enlaces vecinos ascendentes. Si hay más de un enlace ascendente, el enlace dividirá la solicitud entre los enlaces.

A los enlaces con capacidad de almacenamiento intermedio restante se les asignará la mayor parte de la solicitud de servicio que permita su capacidad de almacenamiento intermedio. En segundo lugar, los enlaces con mayor prioridad solo tienen que realizar una porción más pequeña de la reducción del flujo de salida.

En caso de que ocurra un problema (accidente) en un enlace, los servicios de capacidad en el enlace son llamados para reducir el flujo de salida dentro de un rango pequeño en sus enlaces ascendentes.

Al combinar el enfoque multiagente con el SCM, lleva la situación del tráfico a un óptimo global y local. Por lo tanto, el enfoque combinado mejora el rendimiento y la eficiencia del sistema de control de tráfico. (Wang, y otros 2012)

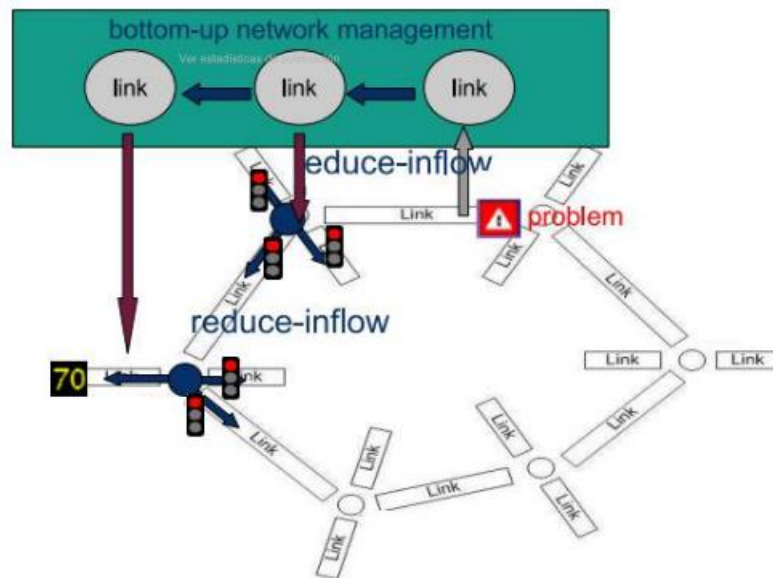


Figura 50. Control ascendente

8.1.5.3. Caso de estudio

Los modelos de control que se utilizan en los Países Bajos son METANET (funciona mediante ecuaciones diferenciales) y VT-MACRO (fue desarrollado para apoyar a METANET).

También existe cMPC, que es un enfoque de control en el que la acción de control actual a aplicar se obtiene resolviendo un problema de control óptimo en lazo abierto en línea utilizando el estado actual de la planta como estado inicial. La principal desventaja surge del problema de optimización no lineal y no convexo involucrado. Esto conlleva que el tiempo de cálculo aumenta exponencialmente a medida que aumenta el número de entradas de control o el horizonte de predicción.

Para el control de tráfico de próxima generación, se utilizan mecanismos de control multiagente. Las técnicas de programación multiagente dependen mucho de ciclos cortos de desarrollo, simulación y mucha experimentación y ajuste, ya que pueden hacer una contribución que es difícil de conseguir de otra forma. En la red de carreteras, se pueden distinguir enlaces, buildingblocks y subredes. Los agentes pueden informarse entre sí sobre su estado y enviarse solicitudes entre sí, ofreciendo capacidad de búfer aguas abajo del cruce, y así conseguir pedir menos afluencia aguas arriba.

8.1.6. Grecia

8.1.6.1. Aplicaciones de gestión activa del tráfico en el caso de la autopista de Ática

8.1.6.1.1. Gestión activa del tráfico en autopistas griegas

Existe un alto grado de incumplimiento de los conductores griegos con respecto a la gestión del tráfico, mientras que existen algunas deficiencias legislativas que impiden que el operador de la autopista de peaje haga cumplir efectivamente algunas leyes de tránsito.

Un ejemplo sorprendente es el uso no autorizado de los carriles de emergencia por parte de los conductores, convirtiéndolos esencialmente en un carril normal cuando las condiciones del tráfico son adversas. Es probable que los conductores griegos ignoren las señales de uso de carril que les indican que se incorporen antes de tiempo, si hay un bloqueo de carril más adelante. En cambio, continuarán hasta el último momento posible y crearán un embotellamiento allí.

Se hace evidente que actualmente muchas de las formas gestión activa del tráfico (ATM, por sus siglas en inglés *Active Traffic Management*) no son factibles para las autopistas de peaje griegas. Por lo tanto, las aplicaciones de ATM están restringidas a cierres de carriles y límites de velocidad variable.

La Autoridad de Operaciones, en estrecha cooperación con el Departamento de Policía de la Autopista de Ática, ha instalado radares de control de velocidad capaces de tomar fotografías de los infractores. Este sistema actualmente registra hasta 1.200 infracciones de velocidad por mes.

8.1.6.1.2. Estudio mediante la aplicación de ATM

El estudio sobre Active Traffic Management pretende determinar si es útil aplicarlo para mejorar el flujo de tráfico en la autopista de Ática mediante un planteamiento estadístico.

El flujo de tráfico se llega a mejorar mediante las señales de mensajes variables advirtiendo del estado de la meteorología y en consecuencia, del límite de velocidad adecuado a cada situación, debido a que en el tramo estudiado existen una cantidad importante de túneles donde se llegan a producir algunos incidentes/accidentes.

Otra medida para mejorar el tráfico, aparte de restringir los límites de velocidad es aplicando radares con videocámara y penalizando a los conductores que no cumplan con los límites, así como los que ocupan los carriles de emergencia (por los cuales no está permitido circular). Todas estas medidas infractoras acaban dando lugar a retenciones del tráfico y como se ha mencionado antes, a accidentes también.

8.1.6.1.3. Resultados de la aplicación

Todos los modelos han sido estimados usando el framework R para computación estadística, v. 2. 11. 1 para modelos mixtos. Los resultados del modelo de regresión lineal se han normalizado a la escala del modelo mixto. Esto se logró dividiendo un coeficiente del modelo mixto por el valor respectivo del coeficiente del modelo de regresión, obteniendo así la escala y luego multiplicando todos los coeficientes del modelo de regresión por este valor, obteniendo así estimaciones comparables de los coeficientes.

Una comparación de las estadísticas de resumen de los dos modelos revela que el modelo mixto lineal proporciona una bondad de ajuste superior (a tener en cuenta que los valores más bajos de AIC son mejores).

La variable de velocidad simplemente captura la relación inversa entre velocidad y densidad e indica que un aumento en la velocidad conduce a una disminución en la densidad (o viceversa).

La variable ficticia asociada con la dirección del tráfico indica que la densidad es mayor en la dirección hacia Katehaki, lo cual es razonable considerando que los datos son del pico de la tarde.

La variable ficticia asociada con la aplicación de mensajes de límite de velocidad indica que dichos mensajes dan como resultado una mayor densidad y, por lo tanto, podría decirse que mejoran el flujo. Esto podría parecer un hallazgo contrario a la intuición, pero podría atribuirse a la eliminación de velocidades extremas (principalmente más altas que el promedio) y, por lo tanto, a la operación más fluida del tráfico.

Se puede argumentar que esta forma de gestión activa del tráfico puede conducir a mejoras directas en la estabilidad del flujo, además del objetivo principal de mejorar la seguridad (y, por lo tanto, al menos mejorar el tráfico secundario, a través de la limitación), de incidentes que interrumpen el tráfico.

8.1.6.1.4. Caso de estudio

Utilizando datos de vigilancia de una parte de la autopista, en la que se muestran mensajes de límite de velocidad, se presenta un análisis estadístico exploratorio para identificar y cuantificar los parámetros que afectan a la estabilidad del flujo de tráfico en este contexto. Los resultados indican que esta aplicación de la gestión activa del tráfico no solo proporciona beneficios de seguridad y, por lo tanto, mejoras de tráfico indirecto, sino que también podría generar beneficios de flujo de tráfico directo, mejorando así el rendimiento de la autopista. (Antoniou, Kopelias y Papadimitriou 2010)

8.1.7. Macedonia del Norte

8.1.7.1. Aplicación de los STI por carretera

8.1.7.1.1. Introducción

Los STI (*Sistemas de Tráfico Inteligente*) se basan en la aplicación de tecnologías avanzadas de información y comunicación al transporte y abarcan todos los modos y elementos del sistema de transporte, incluidos los vehículos, la infraestructura y los usuarios, todos ellos en interacción dinámica.

Los STI pueden ayudar a reducir los atascos y la contaminación y a mejorar la eficiencia y la seguridad del transporte. Cada país y cada ciudad tiene su propio sistema de transporte, por lo que se utilizan diferentes tecnologías de STI para desarrollar soluciones de tráfico y transporte eficaces y adecuadas al contexto.

8.1.7.1.2. STI en Macedonia del Norte

La República de Macedonia del Norte se encuentra en los inicios del proceso de aplicación de los STI. Las soluciones del ámbito de la información sobre el servicio al viajero, la gestión y las operaciones del tráfico y los servicios de transporte público se aplican principalmente en la capital, Skopje.

Debido a un aumento significativo de la movilidad basada en los vehículos en la última década y a la negligencia durante años en la construcción de infraestructuras de transporte, la ciudad de Skopje está plagada de graves atascos durante las horas punta de la mañana y la tarde.

8.1.7.1.3. Servicios de información al viajero

Los servicios de información al viajero son un elemento clave del despliegue de los STI y un componente esencial para una gestión eficaz y eficiente del tráfico.

En Skopje se han instalado cinco señales de mensaje variable. Incluyen información en tiempo real sobre la red de carreteras y el estado del tráfico.

Una forma de promover un mayor uso del transporte público es proporcionar información a los pasajeros en tiempo real. La localización automática de los vehículos permite obtener la hora de salida/llegada y el trasbordo de uno a otro vehículo que destaca en las paradas, en el domicilio, etc.

8.1.7.1.4. Servicios de gestión y operación del tráfico

Un elemento especial y crucial para la gestión del tráfico y los STI es el Centro de Gestión y Control del Tráfico (TMCC, por sus siglas en inglés, *Traffic Management Control Center*). Para hacer frente al aumento de la demanda de tráfico, en 2014 se construyó en

Skopje un TMCC que utiliza el sistema adaptativo UTOPIA como resultado del proyecto CIVITAS RENAISSANCE del 7º PM y con financiación adicional de la subvención del BERD. En la actualidad, supervisa y gestiona noventa intersecciones en tiempo real. Constantemente se añaden nuevas partes de la red de carreteras. El TMSS está organizado sobre la base de los más altos estándares y sus principales funciones son: obtener datos de tráfico en tiempo real, regular el sistema de señales de tráfico, controlar el tráfico, dar prioridad al transporte público y proporcionar información en tiempo real a los conductores. Para ello, se han instalado detectores y sensores en las intersecciones urbanas, así como cincuenta cámaras para el control del flujo de tráfico y 47 nuevos controladores de señales de tráfico. En la actualidad, el Centro está en pleno funcionamiento y es el primer ejemplo de un sistema avanzado de gestión y control del tráfico basado en las tecnologías de la información en Macedonia.

UTOPIA pertenece a la tercera generación de sistemas de control adaptativo y supone una innovación en el control del tráfico urbano como un sistema jerárquico, adaptativo, distribuido y abierto. El sistema ofrece una amplia gama de estrategias diseñadas para adaptarse a cualquier red vial. Dispone de una serie de estrategias: desde la selección del plan hasta la respuesta al tráfico y la adaptación total, para permitir la solución ideal para cada lugar específico.

8.1.7.1.5. Servicios de transporte público

Estos servicios tienen como objetivo mejorar la eficiencia y la actitud amable de transporte público a los pasajeros. La prioridad del transporte público puede ser dada por integración en los sistemas de gestión del tráfico urbano. La prioridad del transporte público es un medio para hacer más atractivo el cambio del transporte individual al público. La introducción del sistema de Localización Automática de Vehículos (AVL) en el transporte público de la ciudad de Skopje es el último proyecto en este ámbito.

Desde el 1 de enero de 2016, los tickets electrónicos y el sistema AVL se han puesto en marcha en el transporte público, pero se detectan problemas relacionados con las ubicaciones de los autobuses durante las pruebas del sistema. (Koltovska Nechoska y Krmac 2018)

8.1.7.2. Caso de estudio

Se ha comenzado a aplicar en la capital de Macedonia del Norte, Skopje, los sistemas de tráfico inteligente (ITS) debido al aumento del tráfico que supone grandes atascos en las horas punta. Para ello se han instalado señales de mensaje variable que muestran información en tiempo real del estado del tráfico.

Del mismo modo, para proporcionar prioridad al transporte público, se ha introducido el sistema de localización automática de vehículos (AVL), aunque se detectan problemas relacionados con las ubicaciones de los autobuses durante las pruebas del sistema.

8.1.8. Eslovenia

8.1.8.1. Niveles de aplicación de los sistemas de transporte inteligente

8.1.8.1.1. Introducción

Los servicios que ofrecen los ITS son:

- Información al viajero.
- Gestión y operaciones de tráfico.
- Vehículos.
- Transporte de mercancías.
- Transporte público.
- Servicios de emergencia.
- Pago electrónico relacionado con el transporte.
- Seguridad personal relacionada con el transporte por carretera.
- Vigilancia meteorológica y medioambiental.
- Gestión y coordinación de la respuesta a las catástrofes.
- Seguridad nacional.
- Gestión de datos ITS.
- Gestión del rendimiento.

8.1.8.1.2. Información al viajero (uso óptimo de los datos sobre carreteras, tráfico y desplazamientos)

Ya se dispone de diversos servicios de información al viajero en tiempo real, que se ofrecen a los usuarios por separado para los distintos modos de transporte, tanto en esloveno como en inglés.

El proyecto “*Sistema integrado de transporte público*” estableció la plataforma de tránsito Google para el transporte público de Liubliana (operador de autobuses) y los Ferrocarriles Eslovenos (operador ferroviario). Está prevista la creación de un centro nacional de gestión del transporte público, así como la planificación de viajes en la intermodalidad y la integración a nivel nacional.

El *servicio de información de viajes en tiempo real* es proporcionado por el Centro de Información de Tráfico para Vías Públicas (PIC). La información está disponible en línea a través de una emisora de voz gratuita, un número de teléfono y un teletexto.

8.1.8.1.3. Gestión del tráfico y del transporte de mercancías

El mayor volumen de actividad del ITS se ha realizado en el campo relacionado con la infraestructura de información y comunicación a través de la implementación de TCS introduciendo el nuevo centro de telecomunicaciones del RNC Liubliana.

A partir de abril de 2018, un nuevo y moderno sistema de peaje electrónico fue introducido en el flujo de tráfico libre, que se aplica a los vehículos cuyo peso máximo permitido supera 3,5 toneladas, llamado *DarsGo*.

La Gestión del Tráfico Urbano se hizo como propuesta, que se utilizará en el caso del nuevo centro para carreteras no motorizadas, llamado CUV (Estado para la gestión del tráfico de carreteras estatales no motorizadas), establecido por la Agencia de Carreteras de Eslovenia.

8.1.8.1.4. Vinculación del vehículo con la infraestructura de transporte

La gestión cooperativa del tráfico aún no se ha implantado a nivel regional o nacional. Existen algunos proyectos piloto a nivel local, como el uso de comunicadores inalámbricos ZigBee DSRC para solicitar la señal de prioridad de los autobuses y para obtener mejor información sobre las paradas de autobús en la ciudad de Liubliana.

El diseño y la puesta en práctica de la integración de diferentes ITS en una plataforma abierta dentro del vehículo, así como de los sistemas cooperativos (vehículo-vehículo, vehículo-infraestructura, infraestructura-infraestructura) dependen de soluciones internacionales. Además, la implantación de la RFID en el transporte aún no se ha realizado. (Koltovska Nechoska y Krmac 2018)

8.1.8.2. Caso de estudio

La aplicación de ITS en las carreteras para proporcionar información a los viajeros se realiza mediante el proyecto llamado "Sistema integrado de transporte público", que utiliza Google para informar sobre la situación del transporte público en Liubliana y los Ferrocarriles Eslovenos. Se ha previsto la creación de un centro nacional de gestión del transporte público, así como la planificación de viajes en la intermodalidad y la integración a nivel nacional.

También se ha proyectado implantar la tecnología de comunicación V2I (entre vehículos y la infraestructura), ya sea a nivel regional o nacional. Existen algunos proyectos piloto a nivel local, como el uso de comunicadores inalámbricos para solicitar la señal de prioridad de los autobuses y para conseguir información con mayor calidad sobre las paradas que realizan en Liubliana.

8.1.9. Estonia

8.1.9.1. Metodología para las medidas de pacificación del tráfico

8.1.9.1.1. Introducción

Son muchos los parámetros de eficiencia que se utilizan en los estudios destinados a estimar los impactos del MTC (*Medidas de Pacificación del Tráfico*). La velocidad media se utiliza muy a menudo como medida de seguridad en la conducción, sobre todo porque se ha relacionado el aumento del riesgo y la gravedad de las colisiones con un incremento de la velocidad media. Otros parámetros de eficiencia relacionados con la velocidad son la velocidad percentil 85, la desviación estándar de la aceleración y desaceleración longitudinal y el porcentaje de conductores que superan el límite de velocidad.

Entre otros parámetros de eficiencia de MTC comúnmente utilizados están la reducción del volumen de tráfico, el cambio en el número de accidentes mortales y con heridos, el nivel de ruido del tráfico, la emisión de los vehículos y el impacto en la salud pública.

Los principales objetivos de la pacificación del tráfico pueden ser la mejora de la seguridad de los usuarios de la calle y la reducción de los efectos negativos de los vehículos de motor. La eficacia de la pacificación se mide principalmente mediante parámetros relacionados con la velocidad, el volumen de tráfico y el número de accidentes. El método más extendido para medir la eficiencia de la pacificación del tráfico es el estudio antes y después, pero a veces da resultados poco fiables. Otros métodos habituales de investigación de la eficacia del MTC son las entrevistas, la simulación microscópica del tráfico y el análisis comparativo.

8.1.9.1.2. La nueva metodología de los estudios de Estonia

8.1.9.1.2.1. Parámetros de eficiencia

Los parámetros de eficiencia más comunes del MTC están relacionados con la velocidad de los vehículos, el volumen de tráfico y los accidentes. Otro parámetro importante es la aceptación del público. Sin embargo, los investigadores disponen de datos incompletos. Algunos parámetros sólo pueden medirse adecuadamente mediante estudios del tipo “antes y después”. Desgraciadamente, en Estonia no se realizan este tipo de estudios, por lo que no existen datos del “antes” de los MTC existentes.

VELOCIDAD DE LOCALIZACIÓN DEL PERCENTIL 85

La pacificación del tráfico tiene como objetivo elegir una velocidad segura. La velocidad segura suele indicarse con las correspondientes señales de tráfico. Se supone que los conductores eligen una velocidad segura, especialmente al cruzar un MTC, pero

también en todo el tramo de carretera calmado. Por lo tanto, el comportamiento de la velocidad de los conductores se estima en diferentes puntos.

Las velocidades del percentil 85 de la ubicación en los puntos se comparan con el límite de velocidad establecido en el tramo de carretera concreto. Cuanto más cerca estén estas velocidades del límite de velocidad, más eficiente se considera el MTC. Se elige la velocidad del percentil 85 como parámetro de eficiencia, ya que no se ve afectada por los extremos y caracteriza el comportamiento de la velocidad de los conductores de la forma más objetiva.

CAMBIO EN LA VELOCIDAD MEDIA DEL LUGAR

Cuando se habla de velocidad, no sólo hay que tener en cuenta el cumplimiento del límite de velocidad, sino también parámetros como la fluidez del tráfico.

La velocidad media se elige aquí como parámetro de eficiencia, ya que es más informativa para los lugares elegidos que la velocidad del percentil 85.

ACEPTACIÓN DEL PÚBLICO

Se ha demostrado, junto con otros parámetros, que la aceptación pública también se utiliza ampliamente para estimar la eficacia de la pacificación del tráfico. Por aceptación pública los autores entienden la actitud de los usuarios de la carretera hacia el MTC.

La estimación de la aceptación del público parece lógica, ya que la opinión de los usuarios reales de la carretera (aunque sea muy objetiva) también podría tenerse en cuenta junto con otros parámetros más objetivos.

La aceptación del público se estima mediante una encuesta con preguntas de opción múltiple.

8.1.9.1.3. Eficacia de las medidas

La eficacia de las medidas de pacificación del tráfico se estima desde el punto de vista de la velocidad de los vehículos y la aceptación del público.

Las velocidades se determinan mediante equipos del Sistema Global de Navegación por Satélite, como el dispositivo *Video Vbox* situado en el coche. Las velocidades se miden en determinados lugares y se utilizan para comprender cómo las medidas de pacificación del tráfico contribuyen al cumplimiento de los límites de velocidad y a la fluidez del tráfico. Cuanto más cerca esté la velocidad de un vehículo del límite de velocidad y más suave sea el cambio de velocidad al aplicar una medida de pacificación del tráfico, más eficiente se considerará. (Ess y Antov 2016)

8.1.9.2. Caso de estudio

La pacificación del tráfico en Estonia pretende conseguir la mejora de la seguridad de los peatones en la calle y la reducción de los efectos negativos de los vehículos de motor. Para medir la eficiencia de las medidas a implantar, se realizan estudios del antes y después de la situación, aunque a veces pueden proporcionar resultados poco fiables. Desafortunadamente aún no se realizan estudios de este tipo, por lo que no existen datos del “antes”. Otros métodos que se utilizan para medir la efectividad son las entrevistas, la simulación microscópica del tráfico y el análisis comparativo.

8.2. Anejos de movilidad sostenible

8.2.1. Noruega

8.2.1.1. Plan de movilidad urbana sostenible de Malmö

8.2.1.1.1. Antecedentes y retos

Hacer la ciudad más accesible para un mayor número de personas contribuye a una ciudad más democrática, socialmente equilibrada y con condiciones favorables para todos.

Una ciudad más densa e integrada mejora la accesibilidad y reduce la demanda de millas recorridas por personas.

Una ciudad con distancias más cortas entre destinos conduce a una ciudad con mejor accesibilidad para un mayor número de habitantes y visitantes.

El impacto ambiental del tráfico debe disminuir a escala local y global.

8.2.1.1.2. Tráfico y movimiento

Para permitir que Malmö crezca de manera sostenible, se deben realizar inversiones en alternativas al aumento del nivel de servicio para el tráfico de automóviles: alternativas con mejor accesibilidad y nivel de servicio para el ciclismo, la caminata y el transporte público.

La proporción de vehículos de motor propulsados por gas natural, hidrógeno gaseoso y electricidad debe aumentar para reducir aún más el impacto medioambiental de los vehículos de motor.

La electrificación del transporte público, con autobuses y tranvías eléctricos, conduce a entornos urbanos más tranquilos, limpios y atractivos.

El atractivo, la comodidad y la transitabilidad son tres aspectos fundamentales para el aumento del tráfico peatonal.

Mälmo Expressen es un nuevo concepto con autobuses urbanos biarticulados de 24 metros de largo con alto nivel de servicio y comodidad en carriles exclusivos para autobuses.

Para crear un sistema de transporte público con mayor capacidad, es necesaria la introducción de un tranvía. La mejora de la capacidad es importante para satisfacer las mayores demandas y aumentar la participación modal del transporte público.

Los planes de viajes ecológicos para lugares de trabajo pueden contener acciones como buenos aparcamientos para bicicletas, vestuarios, servicio de bicicletas, horarios sanitarios y flex time, así como pases de transporte público subvencionados que reducirán la necesidad de tener un coche. Otro ejemplo de posibles acciones en un plan de viaje ecológico es reducir la disponibilidad de aparcamiento gratuito o subvencionado.

Los desplazamientos regionales en bicicleta pueden aumentar si se crean rutas de desplazamiento más cortas, más accesibles y atractivas.

Para que el transporte público sea más atractivo para los viajeros, la diferencia en el tiempo de viaje entre el automóvil y el transporte público debe disminuir, lo que también ocurre con el tiempo de viaje del transporte público en horas punta. La posibilidad de trabajar o hacer otras cosas durante el viaje es una importante ventaja competitiva en relación a los coches.

Las medidas dirigidas a combustibles renovables y motores más silenciosos reducen el impacto ambiental local y global del tráfico de mercancías y conducen a mejores entornos urbanos. (Nordin, y otros 2016)

8.2.1.2. Tren ligero de Bergen

Bergen es la segunda ciudad más grande de Noruega y fue la primera ciudad en introducir una red completamente nueva de tren ligero en junio de 2010 con la apertura de la primera línea, que es un tramo de 9,8 km con 15 paradas.

Como punto de referencia, la primera reintroducción de tranvías modernos en Europa había ocurrido en Nantes en 1985 y tuvo una gran influencia en el renacimiento del tranvía en Europa. Los argumentos presentados en 'Bybanehøringen' (un informe en el que se presentaron ideas y experiencias de proyectos de tren ligero en Europa y en EE. UU.) se basaron en la experiencia internacional y demostraron que una solución de tren ligero sería más barata que un tren suburbano o un metro y que la elección del tren ligero daría lugar a beneficios medioambientales, así como a un sistema de transporte más regular y fiable que no se vio afectado por el tráfico de automóviles.

El investigador y experto estadounidense Vikan R. Vuchic fue invitado en dos ocasiones a Bergen para dar conferencias sobre transporte público y desarrollo urbano. Su mensaje principal fue que las ciudades no pueden ceñirse a la solución de construir más carreteras para resolver problemas, ya que una mayor capacidad conduce a un mayor tráfico. Por lo tanto, las ciudades tienen que priorizar el transporte público para poder crecer.

Uno de los desafíos prácticos del proyecto del tren ligero en Bergen ha sido la falta de voluntad política para restringir el acceso de automóviles a la ciudad de Bergen y, por lo tanto, los niveles de tráfico y la congestión no han cambiado radicalmente.

El tren ligero ha alcanzado niveles de pasajeros por encima de lo esperado e incluso se podría argumentar que el corredor ha sido tan atractivo que también muestra algunas desventajas sociales potenciales. Los precios de la vivienda han subido notablemente en el corredor.

El tren ligero ha proporcionado más movilidad en el sistema de transporte público que es positivo desde una perspectiva comercial; sin embargo, ha sido más difícil reducir el tráfico de automóviles proporcionando solo una mejora del transporte público y no utilizando políticas restrictivas para el tráfico de automóviles. (Olesen 2014)

8.2.1.3. Diseño e implementación de políticas de movilidad sostenible

8.2.1.3.1. Introducción

El transporte por carretera provoca una contaminación adicional en forma de problemas ambientales locales, como el ruido y la contaminación por partículas. Es ampliamente reconocido que existe la necesidad de una transición hacia una movilidad ambientalmente más sostenible para reducir la huella de carbono y los impactos ambientales.

Se pueden identificar tres enfoques principales que conducirán a una movilidad ambientalmente más sostenible:

- 1) Mejorar la eficiencia y reducir el impacto de los vehículos de motor en el clima y el medio ambiente mediante mejoras en las tecnologías y la transición a combustibles de bajas emisiones.
- 2) Mejorar la transición a modos de transporte ambientalmente más sostenibles a través de una combinación de medidas que restrinjan el uso del automóvil (por ejemplo, implementando peajes y tarifas de estacionamiento y reduciendo las oportunidades de estacionamiento) y estimulando caminar, ir en bicicleta, el uso del

transporte público y el uso compartido del automóvil (por ejemplo, mayor frecuencia del transporte público, inversión en infraestructura para ir en bicicleta y caminar).

- 3) Reducir la necesidad de viajar, a través de la planificación urbana, la gestión de la movilidad y el uso de tecnologías de la información y la comunicación.

En 2012, el parlamento noruego adoptó el objetivo de crecimiento cero, que establece que todo el crecimiento del transporte privado en las áreas urbanas más grandes debe ser absorbido por caminar, ir en bicicleta o en transporte público.

8.2.1.3.2. Políticas, barreras y factores de éxito para la movilidad sostenible

8.2.1.3.2.1. Políticas para la movilidad sostenible

8.2.1.3.2.1.1. Tipos de políticas

Las políticas para la movilidad se pueden categorizar como políticas de “atracción” y “empuje”. Ejemplos de medidas de atracción *son aquellas que* mejoran la calidad del transporte público o las inversiones en infraestructura para ir en bicicleta, mientras que ejemplos de medidas de empuje son las restricciones de estacionamiento para automóviles privados o los impuestos sobre el uso del automóvil.

8.2.1.3.2.1.2. La eficacia de las medidas políticas

Las siguientes medidas políticas que pueden ser eficaces en la transición hacia una movilidad más sostenible:

- Planificar ciudades compactas y evitar la expansión urbana.
- Introducir restricciones de estacionamiento.
- Cobro por congestión.
- Subsidiar automóviles eléctricos.
- Uso de paquetes de políticas, incluidas las medidas políticas que restringen el uso del automóvil.

En ciudades grandes como Barcelona y Sofía, la estrategia más efectiva es implementar medidas políticas que aumenten la proporción de usuarios del transporte público, mientras que en ciudades más pequeñas como Malmö y Friburgo, invertir en medidas políticas para aumentar la proporción de ciclistas puede ser más eficaz.

Los instrumentos tecnológicos y normativos, como el control del uso del suelo, pueden ser eficaces en las ciudades jóvenes en desarrollo, mientras que los instrumentos de control del tráfico y la implementación de sistemas de transporte avanzados pueden ser más eficaces en las ciudades maduras.

8.2.1.3.3. Paquetes de políticas

Bergen y Trondheim han implementado lo que se conoce como “acuerdos de crecimiento urbano” (UGA). Estos acuerdos implican tanto un paquete de políticas de medidas destinadas a mejorar la transición hacia una movilidad más sostenible, como una estructura de gobernanza en red con la participación de las autoridades nacionales, provinciales y municipales en las políticas de transporte y uso del suelo.

Trondheim ha tenido paquetes de políticas con estructuras y nombres ligeramente diferentes anteriormente (desde 2008), pero después del proceso de renegociación en 2018/2019, los UGA en Bergen y Trondheim ahora son bastante similares.

El ayuntamiento de Bodø decidió implementar su paquete de políticas de transporte en 2010, y la propuesta del comité directivo fue adoptada en 2011. Como es común con los UGA, el objetivo general del paquete de políticas en Bodø es el ZGG. Sin embargo, el paquete de políticas no es un acuerdo de incentivos como los UGA, y la mayoría de los proyectos de infraestructura han sido financiados por pagos de peajes.

8.2.1.3.4. Barreras identificadas en las ciudades

Según el tipo de barrera, los principales hallazgos en las ciudades mencionadas son:

- Cultural:
 - Cultura de planificación que prioriza el automóvil privado.
 - La gente está acostumbrada a viajar en coche.
 - Falta de aceptación entre los ciudadanos de impuestos y peajes.
- Político:
 - Conflicto de objetivos: actividades comerciales, vivienda y planificación espacial.
 - La colaboración en materia de planificación espacial y de transporte a través de las fronteras municipales es exigente.
 - Elecciones cada cuatro años: difícil para los políticos adoptar medidas de “empuje”.
 - Intereses diferentes entre los centros de las ciudades y sus periferias.
- Legal:
 - Las normas facilitan el uso del automóvil, carecen de flexibilidad para las soluciones locales, son inadecuadas para ciclistas y peatones y para nuevos vehículos motorizados.
 - Rutinas de adquisición establecidas.
 - Norma de estacionamiento en nuevos edificios de apartamentos.

- Impuesto sobre los boletos de autobús gratuitos pagados por los empleadores, pero no cuando se ofrece estacionamiento gratuito.
- Falta de flexibilidad en las UGA.
- Organizativo:
 - División de responsabilidad entre varios órganos gubernamentales.
 - Falta de comunicación intra e interorganizacional.
 - Integración de diferentes culturas organizacionales, perspectivas profesionales y tradicionales de planificación.
 - Falta de anclaje de ideas en comunidades profesionales.
 - Procesos de planificación cerrados y duraderos.
- Conocimiento:
 - Falta de transferencia de conocimientos en y entre organizaciones, entre profesionales y políticos y con los ciudadanos.
 - Falta de evaluación de las medidas políticas implementadas.
 - Falta de comunicación de efectos.
 - Falta de conocimientos y herramientas para planificar la entrega de bienes en las ciudades, el movimiento de ciclistas y peatones, y para la participación de las partes interesadas en las primeras etapas de los procesos de planificación.
- Financiero:
 - Financiamiento escaso para la operación del transporte público y carriles para peatones y ciclistas en invierno.
 - Peajes necesarios para financiar la inversión en infraestructuras.
 - Inversiones costosas requieren grandes recursos.
 - Falta de incentivos para invertir en soluciones sostenibles para el transporte comercial.
- Tecnológico:
 - Lenta implementación de las soluciones tecnológicas existentes.

8.2.1.3.4.1. Barreras culturales: planificar primero el automóvil

Los planificadores a menudo comienzan haciendo pronósticos para garantizar una capacidad vial suficiente para el tráfico de automóviles en el futuro, antes de planificar el uso de bicicletas y peatones en las áreas restantes.

Sin embargo, podría haber un movimiento en una dirección más sostenible. En Bodø, por ejemplo, varios informantes a nivel administrativo argumentaron que si el actual paquete de políticas de transporte se hubiera diseñado hoy en día, se habría puesto un mayor énfasis en medidas políticas que facilitarían el uso de bicicletas, peatones y el

transporte público a expensas de la facilitación del tráfico de automóviles. También existen diferencias entre las ciudades en cuanto a las actitudes hacia los distintos modos de transporte, según lo expresado por los informantes. En Bergen, los informantes a nivel municipal y regional hablaron sobre la falta de cultura de la bicicleta en la ciudad, en parte relacionada con el clima lluvioso.

8.2.1.3.4.2. Barreras políticas: apoyo electoral y conflictos de objetivos

Los datos de las ciudades de caso ilustran que las medidas políticas de “empuje”, como los impuestos y los peajes, tienen poca aceptación entre los habitantes. Sin embargo, la aceptación de estas medidas a menudo aumenta después de un tiempo, una vez que las personas ven los resultados de las inversiones en infraestructura y se acostumbran a las medidas.

A menudo, era políticamente difícil diseñar e implementar tales medidas políticas de “empuje” y mucho más fácil implementar medidas de “atracción”.

En Trondheim, una historia de desarrollo urbano había llevado a la expansión urbana, por ejemplo, estableciendo áreas residenciales lejos del centro de la ciudad antes de que se desarrollaran las áreas más centrales.

“La razón por la que Trondheim ha terminado en una especie de callejón sin salida es que a lo largo de muchos años hemos construido una ciudad que ha generado grandes necesidades de transporte. Y luego tratamos de arreglar esto mejorando un poco en el servicio de autobuses, construyendo algunos kilómetro más de ciclovías, etc., tratando de resolver un problema que es causado por no haber hecho un muy buen trabajo en el desarrollo urbano”, dijo un informante del sector empresarial.

8.2.1.3.4.3. Barreras del conocimiento: falta de evaluaciones y herramientas de planificación adecuadas

La falta de transferencia de conocimiento entre planificadores y políticos, y entre estos y el público, se identifica como una barrera en las tres ciudades. Se afirmó que los diferentes actores tendían a trabajar en “salas cerradas” sin comunicación ni participación de otras partes interesadas. En consecuencia, existe la necesidad de desarrollar herramientas y métodos para involucrar a las partes interesadas y los ciudadanos en las primeras etapas de los procesos de planificación y para facilitar un buen diálogo.

8.2.1.3.4.4. Barreras financieras: financiación de inversiones y mantenimiento

Los informantes afirmaban que el financiamiento para la operación y el mantenimiento tanto del transporte público como de los carriles para bicicletas y peatones era demasiado bajo. Estos argumentaron que era imposible ofrecer los mismos estándares

de mantenimiento invernal en los carriles para bicicletas y peatones en comparación con las carreteras dentro de los presupuestos disponibles. Esto podría ser el resultado de una combinación de presupuestos de mantenimiento demasiado pequeños en total, y que las carreteras generalmente se priorizan sobre los carriles ciclistas y los peatones en el proceso presupuestario. Por ello, es necesario un aumento considerable de los presupuestos para la operación y el mantenimiento de los carriles bici y peatones.

8.2.1.3.5. Estrategias y factores de éxito

8.2.1.3.5.1. Diseño de medidas políticas

La experiencia de Trondheim fue que los ensayos a pequeña escala de nuevas medidas políticas pueden facilitar la implementación de la medida, como sugiere la literatura. Permite la maduración y evaluación de los efectos de las medidas, lo que resulta en una mayor aceptación pública.

En Bodø y Trondheim, se hizo hincapié en la importancia de dar cabida a los empleados que querían probar nuevas ideas para mejorar la transición hacia una movilidad más sostenible. Un ejemplo de esto fue el líder de una división en el municipio de Bodø que promovió el uso de vehículos eléctricos en el servicio de la división. Trondheim, por otro lado, lideró el camino en cuanto a la facilitación de ir en bicicleta.

Para Bodø, que no tiene UGA, las medidas de financiamiento para ir en bicicleta, caminar y usar el transporte público han sido más exigentes. Estas medidas deben ser financiadas en su totalidad por los peajes sobre el uso del automóvil, lo que limita los recursos económicos disponibles.

8.2.1.3.5.2. Organización para el éxito

Puede ser un desafío diseñar e implementar nuevas políticas dentro de las organizaciones existentes limitadas por sus respectivas normas, valores y rutinas. Una estrategia para superar esta barrera es establecer nuevas instituciones sin estos límites. En el paquete de políticas en Bodø, hay un grupo de dirección con representantes de las organizaciones interesadas más importantes en el proyecto. En Trondheim y Bergen, se han establecido secretarías y grupos de trabajo que solo trabajan con los paquetes de políticas.

Un factor que puede contribuir a la colaboración y abordar los desafíos existentes es tener un enfoque más fuerte en la participación de varios grupos de partes interesadas en la planificación y desarrollo de proyectos. Esto se relaciona con la participación de actores políticos y profesionales, así como con los intereses de los usuarios, particularmente en las primeras fases de los procesos de planificación.

En Bodø, está surgiendo una ventana de oportunidad ya que se ha tomado la decisión de trasladar el aeropuerto de la ciudad, liberando así grandes áreas para el desarrollo urbano. Esto abre nuevas soluciones de planificación para una movilidad más sostenible en Bodø.

8.2.1.3.6. Discusión

Se resalta la tensión entre los pilares ambiental y económico del desarrollo sostenible y respaldan que el crecimiento económico y la creación de empleo a menudo se priorizan sobre los problemas climáticos y ambientales.

También existen objetivos conflictivos en relación con la implementación de medidas para restringir el uso del automóvil cuando los impactos negativos se distribuyen asimétricamente. La porción más rica de la población suele pagar peajes por el uso del automóvil y las tarifas de estacionamiento, puede permitirse comprar un segundo automóvil y aprovechar los beneficios de los subsidios de los automóviles eléctricos, y puede permitirse vivir en las partes más céntricas de las ciudades en comparación con la parte menos rica de la población. Esto puede explicar parte de la tensión observada entre los municipios vecinos de Bergen y Trondheim y el centro de la ciudad. Aunque algunos de los municipios vecinos ahora se han unido al último paquete de políticas en Trondheim, antes no querían participar.

Mientras que el municipio de Bodø cubre grandes áreas fuera del centro de la ciudad, las áreas urbanas de Bergen y Trondheim se expanden más allá de las fronteras locales hacia los municipios circundantes. Para que estos últimos puedan llegar a la ZGG, es importante que los municipios fronterizos participen en la transición. Una reforma en curso iniciada por el gobierno que involucra la fusión de municipios y condados puede conducir a una disminución en la proporción relativa de áreas urbanas en Trondheim, lo que posiblemente afecte las decisiones sobre la futura estructura del transporte público.

En Bodø, la mayor parte de la financiación para la inversión en nuevas infraestructuras procede de la zona de peaje que rodea la ciudad. El paquete de políticas ha permitido invertir en nuevos carriles para bicicletas, entre otras cosas, y las protestas contra los peajes han sido limitadas. Esto último probablemente se explica por las bajas tarifas de los peajes y porque la mayor parte de los ingresos de la zona de peaje se han utilizado para financiar carreteras y un túnel.

Los recursos locales y regionales disponibles para invertir en soluciones de movilidad sostenible pueden ser limitados, y la cofinanciación estatal de proyectos puede estimular a las autoridades locales a cambiar sus políticas de inversión. En Trondheim y Bergen, las contribuciones financieras nacionales en los paquetes de políticas han

contribuido de hecho a poner la movilidad sostenible en la agenda. Sin embargo, las altas tarifas de peaje incluidas en los acuerdos del paquete de políticas tienen poca aceptación entre los ciudadanos y desafían la implementación del paquete de políticas en Bergen.

Los desafíos relacionados con la colaboración y coordinación institucional se han identificado previamente como una barrera para implementar políticas de transporte sostenible en el contexto nórdico. La explicación subyacente de la falta de coordinación, nuestros datos sugieren que los costos transaccionales de coordinar diferentes enfoques profesionales, y sus culturas de planificación adherentes, es una explicación más destacada.

Aunque la facilitación para caminar, moverse en bicicleta y el transporte público era una prioridad en la agenda, el automóvil aún tendía a ser una prioridad.

La colaboración entre diferentes ramas de planificación es algo positivo para “estar en sintonía”, y este tipo de colaboración puede respaldarse mediante el establecimiento de instituciones separadas fuera de las organizaciones ya existentes.

Los incentivos para acelerar la transición a combustibles libres de fósiles en los vehículos utilizados para el transporte de mercancías probablemente sean necesarios para lograr un transporte urbano más sostenible. En segundo lugar, el alcance de los paquetes es una variable importante (lo que se decide dentro de los paquetes y lo que se deja fuera) y en tercer lugar, es importante quién participa. Este último es particularmente importante para hacer frente a las tensiones entre el centro de la ciudad y los municipios circundantes.

Las tres ciudades tienen visiones y ambiciones relacionadas con lograr una movilidad más sostenible. Existe un apoyo político relativamente amplio para dar prioridad a la movilidad sostenible en la agenda política. Sin embargo, surgen desafíos cuando se diseñan e implementan políticas. Por ello, la cultura de la planificación parece ser un factor significativo para la transición hacia una movilidad más sostenible. (Bardal, Gjertsen y Reinart 2020)

8.2.1.4. Estrategias de densificación integrada con calidades urbanas en la ciudad de Bergen

8.2.1.4.1. Ciudad verde vs Ciudad compacta

La ciudad compacta tiene la ventaja de distancias cortas a pie entre los edificios que contienen sus diversas actividades. Hay ventajas en la intensidad social y económica porque un gran número de personas viven cerca unas de otras. Desde una perspectiva ambiental, el uso de energía del transporte entre funciones en ciudades compactas es bajo. Sin embargo, faltan espacios verdes para la recreación o para actividades agrícolas.

La ciudad verde tiene la ventaja de poder brindar a sus habitantes recreación y posibilidades de producir alimentos. En contraste, las ciudades verdes contribuyen a la expansión urbana hacia el campo cuando la ciudad se expande. Esta contradicción entre ciudades verdes y ciudades compactas continúa prevaleciendo en el diseño y la práctica urbana.

Se considera que la alta densidad de edificación contribuye al desarrollo sostenible porque implica compartir el espacio edificable, las instalaciones y la infraestructura, así como la reducción de las distancias de viaje.

Los proyectos de renovación urbana a gran escala o las grandes transformaciones del centro de la ciudad implican negociaciones prolongadas con los propietarios y el ajuste de los límites de la propiedad.

La transformación de un distrito suburbano a uno urbano parece verse obstaculizada debido a un patrón de calles segregado y un estatus socioeconómico bajo.

8.2.1.4.2. Conclusiones

Aparentemente, las ciudades de Noruega se están transformando actualmente en una vía “antiurbana”. Aunque las intenciones son hacer ciudades compactas, hay tres impulsores para la expansión urbana en Noruega. Para la primera parte, los desarrollos urbanos todavía están dirigidos por un fuerte énfasis en la accesibilidad del automóvil privado. Los edificios nuevos están equipados con garajes de estacionamiento en el sótano y, a menudo, en la planta baja. Como resultado, los proyectos de construcción crean malas calidades urbanas para peatones y ciclistas. Esto contrasta fuertemente con las ambiciones formales del municipio de reducir el crecimiento del tráfico de automóviles en un 50% mediante la mejora de las condiciones para caminar y circular en bicicleta en las zonas urbanas.

La segunda causa de la continuación de la tradición antiurbana es la legislación de propiedad noruega. Aunque los desarrollos de propiedad privada dan como resultado una explotación eficiente del espacio de terrenos edificables con altas ganancias a corto plazo, falta la flexibilidad y adaptabilidad para ajustarse a los cambios a largo plazo.

El tercer aspecto es el paisaje montañoso del oeste de Noruega. Las innovaciones técnicas ahora dan paso a planes antes impracticables o irrealizables, aunque son costosos. Al vincular los valores de integración directamente a las parcelas edificables, las autoridades pueden tomar medidas que obliguen a desarrollar propiedades de propiedad privada con las cualidades urbanas relacionadas con la accesibilidad para peatones,

ciclistas y transporte público, flexibilidad, multifuncionalidad y, en un futuro próximo, producción de energía, comunicación inteligente y medios de movilidad sostenible.

El análisis de prueba de las paradas de transporte público como columna vertebral para la densificación revela que la influencia de las rutas de autobús es insignificante en comparación con la del tren ligero. Actualmente, el municipio está desarrollando planes para tres nuevas rutas de tren ligero destinadas a mejorar la accesibilidad desde y hacia el centro de la ciudad hacia los distritos más alejados. (De Koning, y otros 2017)

8.2.1.5. Medidas de control del tráfico en la región de Oslo

8.2.1.5.1. Introducción

En Europa el 86% de las concentraciones de NO₂ por encima del valor límite medio anual de la Directiva de calidad del Aire 2008/50/CE, 2008 (AQD) se miden en estaciones de tráfico. Estas superaciones se han atribuido en gran parte a las emisiones de los vehículos diésel.

Oslo presenta frecuentes incumplimientos del límite de superación horaria, que se producen durante fuertes inversiones en periodos fríos de invierno. La principal fuente de estos altos niveles de concentración de NO₂ es el tráfico.

El primer plan de acción para la calidad del aire en Oslo fue elaborado en 2004 por la Administración de Carreteras Públicas de Noruega (NPRA) de la Región Este y el Departamento de Medio Ambiente del municipio de Oslo.

En 2015, Noruega fue citada por el Órgano de Vigilancia de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC) por incumplimientos de la DCA y fue juzgada culpable por la AELC. A raíz de la sentencia de la AELC, los ayuntamientos de Oslo y Bærum, la NPRA, el NILU (Instituto Noruego de Investigación Atmosférica) y Urbanet Analyse iniciaron una revisión de las evaluaciones de la calidad del aire y los planes de acción anteriores.

El primer estudio fue un ejercicio de modelización para políticas que incluía la caracterización de la calidad del aire para 2013 (caso de referencia), proyecciones para 2020 en un escenario “sin cambios” (caso base) y un escenario de paquete de control establecido sobre el caso base. El paquete de control incluía la reducción de la velocidad de los vehículos, el aumento de la proporción de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, el funcionamiento pleno de las torres de ventilación existentes en los túneles durante el día, y la reducción del volumen de tráfico en un 20% y de las emisiones portuarias en un 5%. A pesar del gran número de medidas consideradas, éstas no fueron suficientes para cumplir el valor límite medio anual de AQD.

8.2.1.5.2. Medidas de control del tráfico

Como el principal reto para el cumplimiento son los niveles ambientales de NO₂, se centró en las medidas que promueven la reducción de los volúmenes de tráfico, fomentan la introducción progresiva de vehículos más limpios en el parque móvil y se centran especialmente en los vehículos diésel, la principal fuente de emisiones de NO_x. Los vehículos que no se ven afectados por ninguna medida son los vehículos de pasajeros de servicio, como los taxis y los de trabajo social, y los vehículos pesados con tecnología Euro VI.

8.2.1.5.2.1. Medidas permanentes

Las medidas permanentes consideradas y modelizadas se enumeran en la siguiente tabla. Las medidas P1 y P2, que implican un aumento de las tarifas en los peajes, se insertaron en el modelo de tráfico como un coste directo añadido para los vehículos específicos (posible porque los modelos de demanda incluyen el detalle de distinción necesario). La creación de carriles prioritarios (P3) se define para las carreteras con más de un carril por sentido. Esto significa que todos los vehículos cuando se comparten, los híbridos y los eléctricos pueden utilizar este carril. La medida P4 supone un cambio del nivel de servicio en el transporte público, que se traduce en una disminución del 50% de la distancia entre vehículos. Las tarifas de aparcamiento (P5) son una entrada directa de datos zonales en el modelo de tráfico. La LEZ (P6) se introdujo en la base del modelo de emisiones. No hay ningún cambio en el tráfico con respecto a la simulación de referencia. La suposición aproximada es que los HDV que circulan en la LEZ son todos Euro VI. Aceptar solo Euro VI se justificó por la evidencia de que las emisiones de NO_x son mucho menores en condiciones reales de conducción. Según la opinión de los expertos, no se espera una reducción significativa del volumen de tráfico de vehículos pesados con esta medida, porque las mercancías tienen que entregarse en lugares fijos. No hay la misma flexibilidad que para otros fines de viajes y modos de vehículos.

Tabla 3. Medidas permanentes modeladas

Medidas		Vehículos directamente afectados	Punto o área de aplicación
P1	Duplicar las tarifas de peaje en horas punta	Todos los vehículos	Todos las cabinas de peaje
P2	Duplicar las tarifas de peaje	Vehículos diésel	Todas las cabinas de peaje
P3	Creación de carriles prioritarios	Transporte público; todos los vehículos cuando son	Todas las carreteras con más

Medidas		Vehículos directamente afectados	Punto o área de aplicación
		coches compartidos, de lo contrario, vehículos híbridos y eléctricos	de un carril por dirección
P4	Doble frecuencia en el transporte público durante las horas punta	Vehículos de transporte público	Líneas seleccionadas de transporte público
P5	Tarifas de aparcamiento más elevadas	Todos los vehículos	En la ciudad de Oslo
P6	Creación de LEZ	Vehículos pesados con tecnología anterior a Euro VI	Zona delimitada por los peajes
Grupos de medida			
G1		Medidas P3 a la P6	
G2		Medidas P3, P4 y mayor área para LEZ	

8.2.1.5.2.2. Medidas temporales

Las medidas temporales fueron diseñadas para lograr efectos a corto plazo. Se dirigen a diferentes vehículos, se aplican en diferentes áreas e incluyen o no LEZ con tecnología anterior a Euro VI prohibida dentro del Anillo 3 como medida permanente.

Las peores condiciones de calidad del aire en Noruega tienen lugar en otoño e invierno y se obtuvieron en una semana concentraciones horarias de NO₂ particularmente altas y sostenidas para el año que se simuló.

8.2.1.5.3. Resultados de las medidas permanentes

La duplicación de los costes con peajes en horas punta (medida permanente P1) conduce al resultado positivo de una mayor fluidez del tráfico. Además, parte de los viajes no atraviesan los peajes y no se ven afectados por un cambio de precio. Por lo tanto, la medida P1 no cambia significativamente el volumen total de tráfico y, por lo tanto, el impacto en las emisiones de NO_x es mínimo. Por esta razón, esta medida no se ha simulado con el modelo de dispersión. Lo mismo ocurre con la medida P4 (duplicar el transporte público en las horas punta), donde el aumento de los viajes en transporte público no compensa la disminución del uso del coche privado.

La medida permanente P1 tiene poco impacto en el número de viajes realizados y en distancia recorrida, pero puede seguir siendo importante. Esto es así debido a los

cambios en los patrones de viaje, como la hora a la que se realizan los viajes y el aumento del tráfico fuera de la zona delimitada por los peajes, especialmente al este de Oslo. Las tarifas de peaje necesarias para que los conductores respondan serían políticamente inmanejables, ya que los peajes ya son muy caros en Oslo. Esta medida permanente tendría un mayor impacto en una ciudad donde no existieran peajes en la situación de referencia.

Con la medida permanente P2, se duplica el coste de los peajes para los vehículos con altas emisiones de NO_x , es decir, los vehículos diésel, lo que conduce a una disminución total del 3,3% de las emisiones de NO_x en el dominio EPISODE. Debido a que esta medida se dirige a los vehículos más contaminantes, conduce a efectos más altos que en la medida P1 en términos de disminución del tráfico. También tenemos mayores efectos sobre la calidad del aire (AQ), sin embargo, hay aumentos en las concentraciones anuales en grandes áreas y, lo que es más importante, en las áreas problemáticas donde necesitamos disminuir las concentraciones.

La definición de carriles prioritarios para promover el cambio modal (medida permanente P3) tiene un efecto mínimo en el número de viajes pero tiene un efecto más importante en la distancia recorrida, lo que lleva a viajes más cortos dentro y más grandes fuera de Oslo. El 69% de los vehículos en circulación no tienen acceso a los carriles prioritarios. Esto significa una disminución de la capacidad de los carriles restantes, lo que conduce a una mayor congestión del tráfico. Así, los conductores optan por evitar estas zonas y se produce un aumento de los desplazamientos fuera de la ciudad. La disminución total de las emisiones de NO_x es de aproximadamente un 2,5%. En términos de AQ, grandes áreas muestran un aumento de las concentraciones, específicamente las áreas a lo largo de las carreteras principales. En la red de carreteras del centro de Oslo, la disminución de las concentraciones de NO_2 es suficiente para reducir la exposición de la población a concentraciones horarias superiores al límite legal de la UE.

Las medidas permanentes más exitosas son P5 y P6, es decir, el aumento de las tarifas de aparcamiento en el centro de la ciudad y la creación de la LEZ. La medida permanente que más éxito ha tenido en la disminución del tráfico en la ciudad es la medida P5. La medida que más éxito ha tenido en la disminución de las emisiones totales de NO_x y en la disminución de los niveles de concentración de NO_2 en la ciudad es la P6.

Para el grupo 1 se muestra que las restricciones impuestas por las tarifas de aparcamiento más altas en el centro de Oslo reducen el tráfico al que pueden afectar las otras medidas permanentes. Hay una mayor evitación de la ciudad y viajes que no se realizan en absoluto. Esto tiene un impacto en las concentraciones anuales de NO_2 dentro

de la ciudad y a lo largo de las principales carreteras que conducen a ella. Para el grupo 2, la disminución del número de viajes/día es mayor que la disminución de los km conducidos/día, lo que apunta a que los conductores deciden hacer menos viajes, o pero conducen más lejos. Además, la elección del transporte público es más atractiva cuando se une a la medida P3, especialmente donde la oferta de transporte público es mejor.

8.2.1.5.4. Resultados de las medidas temporales

Se obtiene una reducción de las concentraciones de NO₂ para todas las medidas temporales probadas. Las medidas más eficaces en la disminución de los niveles de NO₂ incluyen algún tipo de prohibición para los vehículos diésel. Con estas medidas, la reducción del volumen de tráfico en las zonas céntricas es elevada, siempre que la prohibición se cumpla en gran medida.

El aumento de los precios de los peajes no tiene un gran efecto en los niveles de contaminación (disminución media de la concentración de NO₂ de alrededor del 8%) o incluso el volumen de tráfico. Sólo disminuye el volumen de tráfico que pasa por las cabinas de peaje, mientras que el volumen de tráfico aumenta dentro y fuera del anillo de peaje.

La prohibición de sólo vehículos de pasajeros diésel no es en sí una medida suficiente (las concentraciones de NO₂ en el aire disminuyen aproximadamente un 13%). Esta es una conclusión importante para las autoridades de Oslo, que desean afectar mínimamente al transporte de mercancías. La adición de los vehículos pesados con tecnología anterior a Euro VI a la prohibición es eficaz para disminuir los niveles de contaminación, lo que es un reflejo de que las emisiones del tráfico pesado son el 36% del total de las emisiones del tráfico en el caso de referencia, mientras que son el 10% del volumen de tráfico.

El efecto de la conducción impar es de la misma magnitud que un aumento de 10 veces en las tarifas de peaje para los vehículos diésel, a pesar de que la medida no está dirigida a los vehículos con altas emisiones de NO_x. Esto se debe a que en la medida propuesta se supone que la conducción impar se aplica a todo el municipio. La medida afecta así a una zona más amplia que en la mayoría de los otros ejemplos considerados, proporcionando una reducción del volumen de tráfico en su conjunto mayor que la de las otras medidas temporales. El transporte público gratuito tuvo muy poco efecto en el volumen de tráfico, ya que el principal cambio de modo se produce para los ciclistas y los caminantes, no para los conductores.

8.2.1.5.5. Políticas de control de la calidad del aire en Oslo

El 20 de mayo de 2015, el Consejo Municipal de Oslo adoptó un Plan de Acción de Calidad del Aire, en el que las acciones previstas más importantes que afectan a las concentraciones de NO₂ eran:

- 1) Introducción de tarifas de peaje que discriminen entre vehículos con diferente potencial de contaminación (las tarifas diferenciadas por el medio ambiente) y la hora del día.
- 2) Aumento de la oferta de transporte público en Oslo.
- 3) Disminución de la velocidad legal en las carreteras principales en época invernal (apuntando a la producción de polvo en la carretera por los neumáticos con clavos).

La medida más eficaz para controlar la contaminación por NO₂ implicaba la creación de una LEZ. En diciembre de 2016, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones adoptó un Reglamento sobre las Zonas de Baja Contaminación (LEZ) y, en febrero siguiente, la NPRA publicó una guía. El propósito de la regulación es proporcionar el marco para la introducción, gestión, control y aplicación de la LEZ municipal establecido para mejorar la calidad del aire en una zona expuesta a la contaminación del aire local de los vehículos. El reglamento da a los municipios la oportunidad de determinar la tasa, el tamaño de la zona y definir las excepciones. En este contexto, la LEZ es una medida permanente.

En 2017, el Gobierno noruego introdujo un cambio en la legislación de tráfico que hizo posible la aplicación de peajes diferenciados en función del medio ambiente. Desde entonces, se actualizó el sistema AutoPASS para permitir la automatización de dichas medidas. El SISTEMA AutoPASS también permitirá obtener una visión general de la composición de la flota, que luego podrá utilizarse en los reajustes del precio del peaje.

En la aplicación también los vehículos de gasolina pagan una tasa mayor, pero menos que los diésel. Uno puede obtener un descuento si el vehículo está equipado con una etiqueta AutoPASS. Los vehículos eléctricos podrían pasar gratis. Las autoridades consideran que este es el camino para una sustitución más rápida de los vehículos diésel contaminantes por vehículos de cero emisiones y menos tráfico en las horas punta.

La coalición que gobierna el municipio de Oslo quiere proceder a una llamada “ciudad-vida sin coches”. Este plan ya estaba en sus propuestas originales cuando la coalición asumió el cargo en 2015. La zona definida es ligeramente menor que la delimitada por el Anillo 1. En 2017 se eliminaron en esta zona unas 350 plazas de aparcamiento en la calle. La supresión está abriendo espacios que el Ayuntamiento de Oslo quiere utilizar para carriles bici, parques infantiles, zonas verdes, bancos y para actividades lúdicas al aire libre.

En las acciones de las autoridades noruegas, observamos compromiso en las políticas que limitan el uso de vehículos y la evitación de la prohibición. La zona de “vivir en la ciudad sin coches” no se cierra al tráfico, pero éste se limita por la disminución de las plazas de aparcamiento. También promueve las bajas emisiones la normativa nacional que elimina los impuestos a los vehículos eléctricos, convirtiéndolos en una opción económicamente competitiva para la mayoría de los usuarios. Los incentivos para los vehículos eléctricos de batería son la razón de la alta fracción de vehículos eléctricos en la flota noruega actual.

Las acciones en las cabinas de peaje no son suficientes. Una de las razones es que la distribución de las cabinas de peaje alrededor de la ciudad permite una conducción extensa dentro de la ciudad sin que el conductor tenga que pasar por ninguna cabina de peaje (tres viajes de cada cuatro). Por lo tanto, las emisiones en la ciudad no disminuyen.

Se encargó el estudio COWI (2017) para analizar, entre otros puntos, una nueva distribución de las cabinas de peaje que permitiera un reparto más justo de la carga financiera, es decir, que una mayor fracción de los conductores que contaminan el centro de la ciudad de Oslo pagara por ello. Con el nuevo sistema de peaje ideado, COWI estimó una disminución del 11% de los kilómetros recorridos en Oslo en 2020 en comparación con una estimación para el mismo año con el antiguo sistema de peaje.

Otro hallazgo fue la ineficacia del transporte público gratuito como medida temporal para disminuir el volumen de tráfico. Además, la empresa de transporte público de Oslo y Akershus se mostró preocupada por el hecho de que los días de transporte público gratuito podrían ser percibidos como problemáticos por quienes utilizan el transporte público a diario, ya que compran abonos mensuales o anuales. De este modo, los ciudadanos que no contribuyen a la contaminación no reciben ningún beneficio con dicha medida, pero los que normalmente utilizan sus coches y contribuyen a la contaminación sí podrían hacerlo. Para remediar esto, debería haber algún tipo de reembolso también para los titulares de los pases, lo que podría ser muy costoso.

8.2.1.5.6. Conclusiones

Las medidas de control del tráfico para reducir las emisiones de NO₂ en la zona de Oslo se clasifican según la metodología común en un conjunto de modelos de tráfico, emisiones y dispersión. Las principales conclusiones son:

- 1) La medida permanente más eficaz para disminuir las concentraciones de NO₂ en el aire fue la creación de una LEZ.
- 2) La segunda medida permanente más eficaz fue el aumento de las tarifas de aparcamiento en el centro de la ciudad. Las tarifas de aparcamiento fueron eficaces

para disminuir el tráfico en la ciudad y, por tanto, también las emisiones y las concentraciones anuales de NO₂ en la ciudad.

- 3) Todas las demás medidas permanentes no se consideraron eficaces para reducir las medias anuales de NO₂.
- 4) Para evitar las concentraciones horarias máximas de NO₂, la medida temporal más eficaz fue la prohibición de los vehículos diésel.
- 5) Ninguna medida individual fue suficiente para cumplir las exigencias legislativas.
- 6) La agrupación de medidas no ofrece un efecto acumulativo de las medidas individuales.
- 7) Para cumplir los límites legislativos europeos, la disminución necesaria de las emisiones de NO_x tiene que ser grande en la región de Oslo. Una reducción del 48% en relación con las emisiones de 2013 no fue suficiente.

Incluso si las medidas seleccionadas sobre el transporte público fueran ineficaces, se podrían considerar otras posibles medidas sobre el transporte público. Limitar el tránsito de vehículos privados ofreciendo una alternativa pública mejorada a los viajeros puede utilizarse como elemento político para que las restricciones sean más aceptables. Además, esta y otras medidas dirigidas al cambio modal probablemente mostrarán sus efectos positivos a largo plazo al consolidar los cambios de comportamiento. El aumento de la frecuencia del transporte público reducirá las aglomeraciones, el tiempo de espera a bordo y el tiempo de espera de un transporte y, de este modo, hará que el transporte público sea un medio de transporte más aceptable.

El sistema de peaje en Noruega se negocia en relación con los ingresos de los peajes para financiar proyectos de construcción de carreteras de mayor envergadura, así como proyectos de transporte público. Los costes de aplicación de las medidas son también un aspecto importante en las negociaciones. La eficacia en la reducción de la contaminación atmosférica fue, por tanto, sólo una de las diversas consideraciones en el proceso de decisión de las diferentes medidas. (Sousa Santos, y otros 2020)

8.2.2. Dinamarca

8.2.2.1. Soluciones inteligentes de tráfico

8.2.2.1.1. Luz adicional en los senderos para ciclistas

Un tercio de todos los accidentes de tránsito ocurren en las horas oscuras del día. Esto sucede a pesar de que hay mucho menos tráfico por la tarde y por la noche que durante el día.

El alumbrado público inteligente se trata de crear una sinergia entre el alumbrado público y las señales de tráfico. Hoy en día, existen dos sistemas separados que no

intercambian información. La comunicación entre estos dos sistemas significará una mayor seguridad y protección para los usuarios de caminos blandos. Entre otras cosas, se puede utilizar para aumentar el alumbrado público en intersecciones expuestas cuando sea necesario, por ejemplo, cuando los sensores detectan que se acercan bicicletas o cuando la visibilidad es muy baja debido a la lluvia, la nieve o la niebla.

De abril a junio de 2014, se llevó a cabo un experimento en una de las intersecciones más concurridas de Copenhague, la intersección entre HC Andersens Boulevard y Tietgensgade. El alumbrado público se encendía cada vez que había luz verde para los ciclistas por la tarde y por la noche. Por lo tanto, el carril bici antes de la intersección estaba más iluminado cuando los ciclistas conducían hacia la luz verde. De esta manera, los automovilistas se volvieron más conscientes de los ciclistas, mientras que al mismo tiempo ahorran energía al no tener la luz a plena potencia toda la noche.

Los resultados de la prueba mostraron que la comunicación entre el alumbrado público y las señales de tráfico es técnicamente posible y que existe un potencial de sinergia entre los sistemas.

8.2.2.1.2. Mejora del flujo en las calles

CITS (SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE DE COPENHAGUE)

CITS es un sistema para mapear la posición y la ruta de los usuarios de la vía en la ciudad. El concepto es colocar una serie de puntos de acceso wifi a lo largo de las calles de Copenhague, que registran de forma anónima todos los teléfonos móviles de los usuarios de la carretera. Mediante la triangulación entre varios puntos de acceso wifi, será posible posicionar los teléfonos móviles de los usuarios de la vía. A continuación, los datos recopilados se anonimizarán y se enviarán continuamente a través de la red de alumbrado público a un centro de tráfico donde se analizan los datos en relación a la posición, recorrido y velocidad, y a partir de ahí se encuentran los diferentes tipos de usuarios de la vía: peatones, ciclistas y automóviles.

De esta manera se optimiza la accesibilidad, la seguridad y las emisiones de CO₂. En definitiva, la información detallada y continua sobre el tráfico permite una gestión del tráfico más eficiente.

La información continua sobre los movimientos de los usuarios de las carreteras puede dar a la ciudad de Copenhague la oportunidad de:

- Reducir el tiempo de respuesta para detectar y responder a los incidentes de tráfico actuales.
- Optimizar los semáforos para que el tráfico fluya de forma rápida, fácil y segura.

- Adaptar los semáforos de forma dinámica a diferentes situaciones, por ejemplo, la hora del día o eventos con grandes multitudes.
- Adaptar las olas verdes a la situación actual del tráfico, por ejemplo, reduciendo la velocidad de las olas verdes en conducción suave.

8.2.2.1.3. Cajas sensibles al pulso de la calle

CPH: MEDIDAS DE SENTIDO. CONDICIONES DE TRÁFICO Y AMBIENTALES

CPH SENSE es una caja de sensores que registra a los usuarios de la carretera, así como el clima y las condiciones ambientales. La caja recopilará información continuamente y la enviará a un centro de tráfico.

La caja puede detectar automovilistas, ciclistas y peatones de forma anónima a través de un sensor visual infrarrojo, y también cuenta con sensores que miden la temperatura, la humedad, la luminosidad, el ruido y la contaminación.

La información actual se utiliza para ajustar el tráfico: las ondas verdes se adaptan a las condiciones meteorológicas, por ejemplo, reduciendo la velocidad en carreteras resbaladizas o cuando los ciclistas tienen viento en contra. O interviniendo con el control inteligente del tráfico cuando el nivel de ruido o la contaminación del aire es demasiado alta.

8.2.2.1.4. Autobuses a tiempo

Los autobuses llegan lentamente durante las horas pico y hacen que sea menos atractivo utilizar el transporte público. Varias rutas también experimentan que los autobuses de alta frecuencia se agrupan en lugar de distribuirse uniformemente.

Los autobuses tienen prioridad en los semáforos y obtienen la luz verde durante un periodo de tiempo más largo si se retrasan o se llenan de pasajeros. Esto se hace intercambiando más datos entre las señales de tráfico y los autobuses de Movia. El sistema se basa en la prioridad de autobús existente, donde todos los autobuses tienen la misma prioridad en un semáforo. El nuevo sistema se basa en la prioridad de autobús existente, donde todos los autobuses tienen la misma prioridad en un semáforo. El nuevo sistema graduará la prioridad en función de varios factores, como el retraso de autobús, la cantidad de pasajeros, el tipo de ruta, el lugar en la ciudad o la hora del día.

La priorización inteligente de autobuses se probó a través de una simulación de Østerbrogade en abril de 2014. La simulación mostró que se puede lograr hasta un 25% menos de demora al extender el tiempo, que es verde, entre 8 y 30 segundos. Se puede reducir la cantidad de autobuses retrasados hasta en un 45% si detiene el tráfico en la

intersección antes de que llegue el autobús. También se demostró que es posible priorizar los autobuses sin comprometer otros autobuses que cruzan la ruta priorizada.

8.2.2.1.5. La opción de movilidad inteligente

El sistema de información de tráfico pretende integrar la información de tráfico y la planificación de viajes en todos los modos de transporte. Para los usuarios de la carretera en Copenhague, será posible utilizar el sistema para realizar la planificación de viajes en transporte público, automóvil, bicicleta y automóviles compartidos. Podrá ver información en tiempo real sobre el tráfico, la congestión y las plazas de aparcamiento disponibles. El sistema de información de tráfico se puede utilizar desde una aplicación móvil y desde terminales de estacionamiento interactivos.

El sistema se basará en las soluciones existentes y extraerá información directamente de todas las empresas y autoridades de transporte relevantes.

El concepto de un sistema de información de tráfico nuevo y completo se probó en dos grupos focales con usuarios de las carreteras de Copenhague y en un taller con el personal de tráfico de la ciudad de Copenhague en marzo de 2014. Los resultados de la prueba mostraron una actitud positiva hacia el concepto. Los participantes de la prueba evaluaron que el concepto será valioso si tiene muchos turnos en su viaje o si quiere evitar atascos de tráfico. Hicieron hincapié en que el sistema debe poder adaptarse a las necesidades y deseos de cada usuario, y que la información más importante es el tiempo, el precio, la información en tiempo real y la información de estacionamiento.

8.2.2.1.6. Manejo del tráfico en grandes eventos

Trigger Framework es un sistema que, a través de varias fuentes de datos, detecta de forma temprana un desarrollo en el tráfico y evalúa de forma inteligente si las señales de tráfico deben adaptarse a la situación. El sistema funciona mediante sensores en las calles que detectan los teléfonos móviles de los usuarios de la vía mediante wifi y bluetooth. El sistema evalúa en base a la diversa información si las señales de tráfico deben adaptarse a la situación.

Trigger Framework se probó en las calles alrededor de un parque en abril de 2014 en relación con dos partidos de fútbol y un concierto. Se instalaron 18 sensores bluetooth/wifi alrededor del parque, principalmente en Øster Allé y Østerbrogade, y registraron la audiencia del parque en su camino hacia y desde el parque. El sistema detectó cuando se produjo un aumento de los usuarios de la vía en el camino hacia o desde el parque, y dio las señales de tráfico para dar un tiempo extralargo en verde en la dirección que se aleja del parque.

Los resultados de la prueba mostraron que el tiempo cuando hay congestión después de un partido de fútbol en el parque, se redujo en aproximadamente 40 minutos a aprox. 20 minutos. La prueba también mostró que es posible crear una gestión de tráfico inteligente basada en un análisis temprano de la situación actual del tráfico.

8.2.2.1.7. Los ciclistas pasean en la ola verde

En Copenhague, el 41% de la población va en bicicleta al trabajo o a estudiar; a la ciudad le gustaría aumentar esta proporción al 50%. Las soluciones ITS pueden enfrentar algunos de los desafíos relacionados con la accesibilidad y la seguridad que atraerán a muchos ciclistas.

Una señal de bicicleta dinámica y una aplicación móvil deben proporcionar a los ciclistas información de tráfico relevante. El letrero de bicicleta puede colocarse a lo largo de los carriles bici concurridos y mostrar información relevante a través de una pantalla. La aplicación móvil se puede usar a través de un teléfono móvil montado en el manillar de la bicicleta, o puede usar la aplicación móvil antes de salir de casa.

La señal dinámica para bicicletas, entre otras cosas, podrá mostrar información sobre congestión, accidentes y obras en la carretera más adelante en la ruta. Podrá mostrar rutas ciclistas alternativas con menos congestión, con más vegetación o rutas despejadas de nieve. También podrá mostrar a qué velocidad debe pedalear para seguir una ola verde, complementada con la velocidad actual del ciclista. El letrero de bicicleta también se puede utilizar para mostrar el pronóstico del tiempo y fomentar hábitos de ciclismo considerados.

La información de tráfico para ciclistas agregará valor a Copenhague al:

- Apoyar el objetivo de ser la mejor ciudad ciclista del mundo.
- Participar en la resolución de desafíos relacionados con la congestión y la seguridad en las ciclovías más concurridas.
- Hacer que sea más ventajoso llevar la bicicleta y así reducir las emisiones de CO₂ del tráfico motorizado. (Administración Técnica y Ambiental, Municipio de Copenhague 2015)

8.2.3. Irlanda

8.2.3.1. Viajes más inteligentes, restricción de automóviles y reticencia

Se realizó un estudio para examinar los factores que impidieron la introducción de políticas restrictivas de automóviles en dos ciudades que participan en el programa *Smarter Travel* de Irlanda para promover viajes sostenibles.

En la ciudad con menor densidad de población, los comerciantes minoristas percibían que la accesibilidad del automóvil en el centro urbano estaba directamente asociada con la facturación minorista. En la ciudad con mayor densidad de población, los comerciantes minoristas afirmaron que la accesibilidad de los automóviles creaba una ilusión de dinamismo que brindaba seguridad al sector minorista. A los comerciantes minoristas no les gustó el enfoque didáctico de consulta de la autoridad local y esta disonancia se manifestó en demostraciones de poder contra la autoridad local y no necesariamente contra *Smarter Travel*.

Deben introducirse incentivos como mejoras en el ámbito público y la accesibilidad para ciclistas antes que las medidas restrictivas de automóviles. Las medidas de restricción de automóviles deben introducirse gradualmente, como la introducción de la peatonalización temporal o la reducción gradual de la oferta de estacionamiento, demostrando así los beneficios de la medida para las partes interesadas.

8.2.3.1.1. *Introducción*

Los datos del censo irlandés recopilados en 2006 y 2011 han indicado que el transporte activo al trabajo y la educación ha disminuido entre ambos puntos temporales. En 2009, el gobierno irlandés publicó la primera política de transporte sostenible del país. Esta política fue el catalizador para el establecimiento de tres 'áreas de viaje más inteligentes' fuera del área metropolitana de Dublín.

Por lo general, los países con los niveles más altos de transporte activo (p.ej., Países Bajos, Dinamarca y Alemania) invierten mucho en políticas a favor de la bicicleta.

Sin embargo, también contrapesan estas medidas con políticas que hacen que la conducción sea más costosa y menos conveniente, para crear un efecto de intervención más sinérgico.

Se consideró que la gestión del estacionamiento era la más influyente. Este enfoque contrapesado para crear un cambio modal hacia el transporte activo es menos evidente en países dependientes del automóvil como Irlanda.

La implementación de políticas restrictivas de automóviles en los centros urbanos es un tema polémico en la gestión del tráfico. En particular, existe la creencia de que los conductores de automóviles son más valiosos para el comercio minorista que los peatones y los ciclistas.

En políticas de restricción de estacionamiento, mejoras a la infraestructura para ciclistas y peatones se ha demostrado que la peatonalización no tiene un impacto negativo a largo plazo en el comercio minorista y tiene un impacto positivo en muchos casos. No

obstante, siguen siendo las medidas de transporte activo políticamente menos factibles de implementar.

8.2.3.1.1. Contexto local en que se realizó la investigación

En 2012, dos ciudades del sureste de Irlanda recibieron financiación para implementar proyectos de demostración de transporte sostenible. La Ciudad 1 fue designado como una 'Ciudad de Viaje Activo' y el dinero que recibió fue destinado para la construcción de un puente peatonal y otras medidas relacionadas con el transporte activo en la ciudad. Se trata de una ciudad razonablemente compacta y con frecuencia se la conoce como la "ciudad de 10 minutos" con muchos destinos fácilmente accesibles a pie o en bicicleta. La Ciudad 2 fue designada como "Área de Viaje más Inteligente" y la cantidad recibida fue para la conversión de una antigua vía férrea en un sendero separado para peatones y ciclistas en las afueras de la ciudad.

Ambas ciudades se centraron predominantemente en la introducción de mejoras en la infraestructura para peatones y ciclistas en las rutas radiales alrededor del perímetro de los centros de las ciudades. Sin embargo, los esfuerzos para introducir políticas restrictivas de automóviles en los centros de las ciudades fueron mixtos. En la ciudad 1, se introdujo a modo de prueba un sistema unidireccional en la franja comercial principal en 2010 y fue esta medida la que probó ser el catalizador de la oposición de los comerciantes locales al 'Viaje Inteligente' y la peatonalización. Los comerciantes del centro de la ciudad presionaron a los lores del consejo para que abandonaran el juicio después de solo dos días.

En la ciudad 2, en 2013 se inició una extensa fase de consulta previa para desarrollar una propuesta de remodelación de cuatro áreas del centro de la ciudad. La propuesta final para la plaza que se llevó a consulta legal encontró una fuerte resistencia por parte de los comerciantes minoristas locales en la plaza. La propuesta incluía una serie de medidas para mejorar el tránsito de la zona, una de las cuales incluía la eliminación de 18 plazas de aparcamiento (reducción del 17%). La resistencia de los comerciantes se manifestó en la creación de una petición para abolir la propuesta, cabildeo de los concejales, encuestas a los clientes, una campaña en las redes sociales y cobertura en los medios locales y nacionales. El resultado de esta campaña fue un compromiso por el que el número final de plazas de aparcamiento a eliminar era de 10.

8.2.3.1.2. Diseño de la investigación

El estudio consistió en una serie de entrevistas cualitativas semiestructuradas con actores clave en ambos pueblos de intervención. Las entrevistas se realizaron en dos momentos. La primera serie de entrevistas (línea de base) se realizó en diciembre de 2011

antes de la asignación de fondos para ‘Viajes Inteligentes’ a cualquiera de las ciudades. La segunda serie de entrevistas se realizó en noviembre y diciembre de 2013 (seguimiento) durante la implementación del programa *Smarter Travel*.

8.2.3.1.3. Interpretación de las autoridades locales de las medidas de fijación de precios, programación y política

El coordinador del proyecto en la ciudad 2 explicó que la sensibilización suele consistir en tratar de “aprovecharse de la infraestructura” emitiendo comunicados de prensa para la radio y los periódicos. Una vez que las nuevas instalaciones comiencen a usarse, es esta visibilidad la que ayudará a que los viajes activos se vuelvan más populares. Concienciar al público sobre las instalaciones existentes seguía siendo una característica central de las medidas blandas. No obstante, las políticas restrictivas de automóviles no se consideraron componentes importantes de las medidas blandas y tales políticas no se introdujeron en ninguna de las ciudades.

Los 30 minutos gratis del estacionamiento en la plaza de la ciudad 2 y el costo relativamente bajo del estacionamiento en el centro urbano de la ciudad 1 hicieron poco para desalentar el uso del automóvil. No obstante, teniendo en cuenta su potencial para influir en el comportamiento de viaje, no se identificó como un área de acción prioritaria para ninguna de las autoridades locales. Solo la autoridad local de la ciudad 2 reconoció este dilema, pero se sintió impotente para abordarlo. En la ciudad 1, las medidas de restricción de estacionamiento no se consideraron relevantes para la agenda *Smarter Travel*.

8.2.3.1.4. Valor económico percibido del estacionamiento de automóviles

El mayor valor económico de los ciclistas y el estacionamiento de bicicletas en relación con los conductores de automóviles y su respectivo estacionamiento ha sido bien establecido. Hay estudios que han demostrado que los conductores de automóviles tienen gastos de viaje individuales más altos que los ciclistas, pero que los ciclistas hacen viajes más frecuentes y, por lo tanto, gastan más dinero durante un periodo de tiempo más largo. Los comerciantes de ambas ciudades parecían no ser conscientes o no estar convencidos del valor económico de los ciclistas y los estacionamientos para bicicletas y no creían que hubiera alternativas viables al transporte en automóvil para los locales.

8.2.3.1.5. Consulta y compromiso con comerciantes minoristas

El nivel de consulta comunitaria difirió en ambos pueblos. En la ciudad 2, el equipo de *Smarter Travel* llevó a cabo una fase de consulta previa intensiva en recursos antes de la fase reglamentaria. Su objetivo era dar a las partes interesadas un poder genuino para dar forma a la propuesta del centro de la ciudad “sin ningún tipo de idea preconcebida”.

Las restricciones financieras en la ciudad 1 impidieron cualquier avance más allá de la consulta legal y el proceso fue considerado una experiencia negativa tanto por los comerciantes como por la autoridad local.

Es probable que participar en una consulta significativa con los comerciantes retrase el proceso de implementación, pero a su vez garantizará que el resultado final sea más exitoso. El coordinador del proyecto en la ciudad 2 estaba desanimado por el final diluido de la propuesta para la reurbanización del centro de la ciudad, pero también reconoció la importancia de adoptar un enfoque incremental:

“Son 30 o 40 años de una sociedad fuertemente basada en el automóvil lo que nos ha llevado a esa forma de pensar, así que no creo que incluso dentro de un periodo de 5 años, Smarter Travel vaya a cambiar eso. Lo que puede hacer es que este plan del centro de la ciudad pueda verse posiblemente como un trampolín. Lo que casi deberíamos estar considerando hacer es tener una visión de 40 años hacia la cual trabajar”.

8.2.3.1.6. Conclusión

Crear un cambio modal para caminar e ir en bicicleta es una estrategia relativamente nueva en Irlanda. Exige experiencia técnica en medidas activas de viaje (duras y blandas), colaboración con nuevas agencias y participación de la comunidad.

En la ciudad 2, donde había poca congestión, los comerciantes equipararon la presencia de automóviles y el estacionamiento de automóviles con el volumen de negocios minoristas. En la ciudad 1, la disonancia entre los comerciantes y la autoridad local no estaba relacionada con el espíritu de *Smarter Travel*, sino más bien con la inexperiencia de las autoridades locales en el uso de estrategias de cambio de comportamiento y en hacer un caso comercial más sólido para *Smarter Travel*.

Las autoridades locales que buscan crear un cambio modal hacia el transporte activo en países dependientes del automóvil deben llevar a cabo una serie de tareas clave que incluyen formar foros de ‘usuarios de la ciudad’ y grupos activos de cabildeo de viajes y hacer que los medios locales sean socios durante el proyecto.

Presentar el caso comercial a los comerciantes e ir más allá de la consulta legal probablemente sean tareas necesarias para el éxito de los proyectos. Se debe introducir un conjunto de herramientas para las autoridades locales sobre cómo crear un caso de negocios para las medidas de “Viajes más Inteligentes”.

La introducción de medidas de incentivo, como mejoras en el ámbito público y la accesibilidad para los ciclistas, debe introducirse antes que las medidas de restricción de automóviles, como aumentar las tarifas de estacionamiento o retirar automóviles del centro

de la ciudad. Las medidas de restricción de automóviles deben introducirse gradualmente, como la introducción de la peatonalización temporal o la reducción gradual de la oferta de estacionamiento, demostrando así los beneficios de la medida para las partes interesadas. Finalmente, las autoridades locales deberían considerar la reducción de las tarifas comerciales para todos los comerciantes durante la fase de construcción de las medidas de “Viajes más Inteligentes” para disipar los temores de los comerciantes minoristas de caídas a corto plazo en la facturación. En conjunto, estas recomendaciones acelerarán la implementación de medidas de viaje activo más integrales, ayudarán a crear un cambio modal a modos de viaje activo y aumentarán la actividad física de la población. (Lambea, Murphy y Bauman 2017)

8.2.3.2. Política de movilidad sostenible. Planificación del uso del suelo y del transporte

8.2.3.2.1. Introducción

El *Proyecto Irlanda 2040* que incluye el *Marco Nacional de Planificación (NPF)* y el *Marco Nacional del Plan de Desarrollo (NPD, por sus siglas en inglés)* establece la política del Gobierno sobre planificación espacial durante el periodo 2018-2027 hasta 2040. La planificación espacial proporciona dirección y orientación estratégicas en relación con una amplia gama de áreas, incluida la gestión del crecimiento futuro; el tamaño y la ubicación del desarrollo de empleo, comercio minorista y vivienda; la prestación de servicios, incluido el transporte; la provisión de instalaciones educativas, sanitarias, deportivas y comunitarias; y cuestiones ambientales.

Una serie de objetivos clave del *Proyecto Irlanda 2040* es apoyar una mejor integración de la planificación del uso del suelo y la planificación del transporte y reconoce que las políticas de planificación y transporte son altamente interdependientes.

La optimización de la interconexión entre la planificación del uso del suelo y la planificación del transporte puede:

- Reducir la demanda de viajes.
- Reducir las distancias recorridas.
- Fomentar modos de viaje más sostenibles (p. ej., transporte público, caminar y ciclismo).
- Fomentar un transporte más eficiente y limpio.
- Generar viajes más eficientes, mejoras en las opciones de viaje y mejor conectividad entre modos de transporte.

8.2.3.2.2. Tendencias de la población y cuestiones de planificación heredadas

8.2.3.2.2.1. Patrones de asentamiento y tendencias de la población

Los patrones de asentamiento juegan un papel fundamental al influir en la forma de viajar de las personas, tanto en las distancias recorridas como en la elección modal. La provisión de opciones de movilidad sostenible solo es realista cuando los patrones de desarrollo ubican a las poblaciones cerca de los centros de empleo y servicios complementarios como la educación, el comercio minorista y el ocio. Caminar y circular en bicicleta, en particular, se vuelen cada vez más viables como opciones de transporte cuando se reduce la distancia entre dichos servicios.

Irlanda tiene una densidad de población relativamente baja con 70 personas por kilómetro cuadrado en comparación con 117,7 para la UR-28. El Censo de 2016 identificó que el 37% de la población vive en asentamientos de menos de 1.500 personas o en casas individuales en zonas rurales. Tales patrones de asentamiento dan lugar a viajes dispersos para los cuales la provisión de movilidad sostenible no siempre es factible. El resultado neto es una mayor dependencia del uso del automóvil privado y viajes más largos en comparación con los asentamientos urbanos más densamente poblados.

Como en muchos otros países, Irlanda también ha sido testigo de una creciente urbanización en las últimas décadas. Una característica distintiva de la experiencia irlandesa ha sido la tendencia hacia la “suburbanización” o expansión en lugar de una mayor urbanización dentro de una forma de ciudad urbana compacta. El término “suburbanización” se puede definir como el desarrollo urbano en pueblos y aldeas fuera de las ciudades en oposición al desarrollo urbano en los suburbios de la ciudad que están lo suficientemente cerca del centro de la ciudad para fines de desplazamiento.

8.2.3.2.2.2. Cuestiones heredadas de estrategias de planificación anteriores

Los problemas heredados de estrategias de planificación anteriores incluyen:

- “Expansión” continua en grandes áreas urbanas.
- Patrones lineales de desarrollo de franjas o cintas a lo largo de caminos de acceso de muchos pueblos.
- Falta de integración de las instalaciones proporcionadas por el Estado en el proceso de planificación, como la provisión de escuelas o establecimientos de salud.
- Patrones de asentamiento orientados al automóvil, altamente segregados y desconectados que carecen de integración entre los modos de viaje activos (bicicleta y caminata) y el transporte público.
- Infraestructura vial que actúa como barrera y crea separación entre las comunidades.

- Desarrollo de propiedades en ubicaciones inapropiadas con altas tasas de desocupación resultantes a pesar del aumento de la población.
- Desarrollos comerciales al borde de la ciudad y centro urbano en declive.

Esto impone una serie de costes:

- Social: reducción de la calidad de vida debido a tiempos de viaje más largos; comunidades aisladas y desconectadas.
- Económico: mayores demoras y movimiento ineficiente de personas y bienes.
- Ambiental: mayores emisiones de opciones de movilidad menos sostenibles.
- Financiero: se requiere una mayor inversión pública para brindar soluciones de transporte a problemas de transporte fundamentalmente insostenibles; aumento de los costes de transporte para las personas.
- Salud: niveles reducidos de viaje a través de modos de viaje activos.

El sector del transporte tiene un papel importante que desempeñar para abordar el desafío del cambio climático de Irlanda. El uso del automóvil privado es la principal fuente de emisiones del transporte terrestre y el vehículo privado es la primera opción en Irlanda con el 74% de todos los viajes realizados en automóvil.

Esto continuará a menos que haya un cambio significativo hacia los patrones de asentamiento de población más sostenibles que se necesitan para sustentar el desarrollo de un sistema de movilidad integrado, eficiente y sostenible.

8.2.3.2.3. *Resumen del Proyecto Irlanda 2040*

8.2.3.2.3.1. *Introducción*

El Proyecto Irlanda 2040, que se lanzó en febrero de 2018, establece la política del Gobierno sobre la planificación espacial hasta 2040. Tiene dos componentes: *el Marco Nacional de Planificación (NPF)* y *el Plan Nacional de Desarrollo (NDP)* de diez años. El NPF es el plan estratégico de alto nivel del Gobierno para dar forma al futuro crecimiento y desarrollo del país hasta 2040. El NDP se publicó junto con el marco que establece un programa de inversión en infraestructura de diez años para respaldar la implementación del NPF durante su primera década.

8.2.3.2.3.2. *Resultados estratégicos nacionales y prioridades de inversión*

Uno de los resultados estratégicos clave del *Proyecto Irlanda 2040* es el crecimiento compacto e inteligente en asentamientos de todos los tamaños: ciudades, pueblos y aldeas. Esto tiene como objetivo asegurar el crecimiento sostenible de asentamientos urbanos y rurales más compactos, respaldados por empleos, casas, servicios y

comodidades, en lugar de una expansión continua y un crecimiento antieconómico no planificado.

Para lograr un crecimiento compacto, el NPF reconoce que es necesario:

- Fomentar el crecimiento de la población en ciudades de todos los tamaños que son fuertes centros de empleo y servicios, donde existe un potencial de crecimiento sostenible también respaldado por el crecimiento del empleo.
- Revertir el estancamiento o declive de muchos centros urbanos más pequeños. Esto puede incluir la identificación y establecimiento de nuevos roles y funciones y mejora de la infraestructura.
- Abordar el legado del rápido crecimiento no planificado en los asentamientos de pasajeros ampliados de todos los tamaños. Esto se logrará facilitando la recuperación de las comodidades y los servicios, el crecimiento del empleo y/o la mejora de los enlaces de movilidad sostenible a las ciudades, junto con el pronóstico de una tasa de crecimiento de la población mucho más lenta y constante que en las últimas décadas.



Figura 51. Resultados estratégicos nacionales y prioridades estratégicas de inversión

8.2.3.2.4. Elementos de movilidad sostenible del NPF

8.2.3.2.4.1. Introducción

El NPF (*Marco Nacional de Planificación*) reconoce que se requerirá una inversión significativa en movilidad sostenible como un habilitador clave para adaptarse al cambio y

al crecimiento. También reconoce que la planificación del uso del suelo y la planificación del transporte están inherentemente vinculadas y se refuerzan mutuamente. Para apoyar la entrega de los diez *Objetivos Estratégicos Nacionales*, las políticas en el NPF están estructuradas bajo 75 *Objetivos de Política Nacional* a partir de los cuales se desarrollarán las estrategias regionales y metropolitanas.

Si bien el *Resultado Estratégico Nacional (NSO)* se enfoca en la movilidad sostenible, varios de los otros NSO también son relevantes.

	Movilidad sostenible		Crecimiento compacto
	Regional mejorado Accesibilidad		Rural Fortalecido Economías y Comunidades
	Internacional de alta calidad Conectividad		Servicios mejorados y Herencia
	Transición a una Sociedad Baja en Carbono y Resiliente al Clima		

Figura 52. Resultados estratégicos nacionales - Sector de Movilidad Sostenible centrado

8.2.3.2.4.2. Medidas específicas de movilidad sostenible

El NPF se compromete a ampliar las alternativas atractivas de movilidad sostenible al transporte de automóviles para reducir la congestión y las emisiones y permitir que el sector del transporte atienda las demandas asociadas con el crecimiento de la población y el empleo a largo plazo de manera sostenible. El NPF incluye las siguientes medidas específicas relacionadas con la movilidad sostenible:

- Cumplir con los objetivos clave de transporte público de la *estrategia de transporte de la NTA para el GDA 2016-2035*, como MetroLink, el programa de expansión de DART y BusConnects.
- Proporcionar infraestructura y servicios de transporte público para satisfacer las necesidades de las ciudades más pequeñas y zonas rurales.
- Desarrollar una red integral de rutas ciclistas seguras en áreas metropolitanas para abordar necesidades de viaje y proporcionar instalaciones similares en pueblos y aldeas cuando corresponda.
- Permitir una gestión del tráfico más eficaz dentro y alrededor de las ciudades y la reasignación del espacio vial del centro de la ciudad a favor de los servicios de

transporte público basados en autobuses y las instalaciones para caminar e ir en bicicleta.

- Fortalecer la conectividad del transporte público entre ciudades y pueblos de gran crecimiento en Irlanda e Irlanda del Norte con servicios mejorados y tiempos de viaje confiables.
- Proporcionar un sistema de transporte público comunitario de calidad a nivel nacional en las zonas rurales de Irlanda que responde a las necesidades locales en el marco de la Red de Transporte Rural e iniciativas similares.

8.2.3.2.5. Elementos de movilidad sostenible del PND

8.2.3.2.5.1. Compromisos del PND

El PND reconoce que un sistema de transporte público ambientalmente sostenible permitirá el crecimiento y el cambio, satisfará el aumento significativo en la demanda de viajes y la congestión urbana y, al mismo tiempo, contribuirá a la visión de la política nacional de una economía baja en carbono. Las prioridades identificadas para el transporte público en el PND son:

- Proteger la calidad y el valor de las extensas redes de transporte público existentes a un alto nivel para asegurar niveles de calidad de servicio, accesibilidad y conectividad.
- Ofrecer una red de transporte público que proporcione puntos de intercambio de pasajeros de alta calidad, que faciliten la transferencia conveniente entre servicios de transporte público eficientes e integrados.

Los programas de movilidad sostenible y los proyectos subyacentes propuestos para su entrega durante el periodo 2018 a 2027 son:

- Inversión continua en flotas de autobuses y trenes, así como en infraestructura, para mantener la seguridad y niveles de servicio, incluida una mayor expansión cuando sea necesario.
- Entrega del programa BusConnects completo para todas las ciudades de Irlanda.
- Transición a autobuses de bajas emisiones.
- Construcción de MetroLink.
- Entrega de elementos prioritarios del Programa de Expansión DART.
- Programa *Park-and-Ride* en ubicaciones estratégicas de trenes y autobuses.
- Construcción del Centro Nacional de Control de Trenes.
- Entrega de una red completa de bicicletas y peatones para las ciudades de Irlanda.

- Apoyar programas de mejora/desarrollo de estaciones de tren y autobús, inversión en gestión del tráfico, programas de información para pasajeros, planes de bicicletas públicas compartidas, mejoras de accesibilidad y similares.
- Llevar a cabo la evaluación, planificación y diseño para la expansión de la red.

Los compromisos del NDP tuvieron en cuenta la tendencia de creciente suburbanización y expansión de la población en las ciudades. Las estrategias reconocen que no siempre es factible proporcionar infraestructuras de transporte público a todas las áreas y buscan abordar esto a través de varias formas que incluyen:

- Opciones de transporte público local para vincular los asentamientos con el transporte integrado a la red.
- Servicios de autobuses urbanos orbitales para facilitar el intercambio con los servicios radiales.
- Instalaciones de entrega y paradas de taxis en las principales estaciones de tren y tranvía.
- Aparcamientos para bicicletas en estaciones de tren y tranvía.
- Instalaciones de estacionamiento y viaje en ubicaciones estratégicas de autobuses y trenes para permitir el intercambio en tren, pasillos de tranvías o autobús.

8.2.3.2.5.2. *¿Qué modo de transporte público elegir?*

Al considerar el modo de transporte público más apropiado para un área (es decir, autobús, autobús de tránsito rápido, tren ligero, metro), hay una serie de factores que se pueden considerar:

- Capacidad: El modo debe atender la demanda de pasajeros existente y la demanda futura de pasajeros proyectada a mediano y largo plazo.
- Costos (desarrollo y operación): La inversión requerida para el desarrollo aumenta entre cada modo y los sistemas ferroviarios requieren una inversión significativamente mayor que el autobús. Sin embargo, se necesitan más autobuses y conductores para transportar la misma cantidad de pasajeros que un sistema ferroviario, lo que podría resultar en costes operativos más altos para los autobuses en comparación al carril.
- Impacto medioambiental: Aumentar el cambio modal del uso del automóvil privado a la movilidad sostenible ayudará a reducir las emisiones del transporte. Además, los modos de transporte eléctricos o de bajas emisiones son más respetuosos con el medio ambiente y son clave para combatir las emisiones del transporte.

- Uso y valor del suelo: La presencia de transporte público eficiente puede aumentar el valor de la tierra, la vivienda, los negocios y el comercio minorista a lo largo del corredor. (Department of Transport, Tourism and Sport 2019)

8.2.4. Alemania

8.2.4.1. Escenarios de múltiples partes interesadas para la movilidad urbana

8.2.4.1.1. Introducción

Para 2050 se espera que la población en áreas urbanas aumente de 2600 millones a 6300 millones de personas. La movilidad individual en áreas urbanas está llegando cada vez más a sus límites, ya que la urbanización progresiva ha provocado un aumento continuo de la demanda de los sistemas de movilidad urbana. En 2050, los habitantes de las ciudades pasarán una media de 106 horas al año en atascos de tráfico, tres veces más que en la actualidad.

Por lo tanto, se debe encontrar una forma de modernizar los actuales sistemas de movilidad urbana, de modo que las restricciones económicas, ambientales e institucionales sean limitadas y sostenibles, y se logren subsistemas competitivos de movilidad urbana para mejorar aún más la movilidad personal.

El sistema sociotécnico de la movilidad multimodal, sin embargo, parece adecuado para resolver algunos de los problemas de movilidad actuales. A diferencia del transporte unimodal, el transporte multimodal utiliza dos o más servicios de transporte. La combinación de los modos de transporte público y privado ofrece los beneficios de ambos sistemas y evita sus debilidades.

Los enfoques desplegados en la prospectiva y la investigación de futuros tienden a ser adecuados para un proceso de transición a largo plazo. Una gran variedad de partes interesadas, que representan diversos intereses sociales, deben participar en la planificación de actividades desde el inicio, incluidas empresas, instituciones políticas, gobiernos nacionales y hogares. Investigaciones anteriores sobre sistemas de mercado dinámicos han destacado una variedad de diferentes enfoques participativos que pueden usarse para evaluar la actividad futura: paneles Delphi, planificación de escenarios, análisis de partes interesadas y talleres participativos.

La cantidad limitada de progreso realizado hasta ahora en la mejora de la sostenibilidad de la movilidad urbana indica la necesidad de aplicar un enfoque interdisciplinario con la participación de múltiples niveles de actores e instituciones en diferentes escalas.

8.2.4.1.2. La necesidad de una transición del sistema de movilidad urbana intencional

Con respecto a la disminución del impacto ambiental, los trabajos anteriores se centraron en tecnologías alternativas de propulsión, incluida la mejora de la eficiencia del combustible, los combustibles alternativos y los sistemas de propulsión.

Los viajeros frecuentes, así como las personas mayores, perciben que los beneficios de un sistema integrado de planificación de viajes son más sustanciales que los viajeros no frecuentes y los más jóvenes.

Se espera que la creciente importancia del uso compartido de automóviles respalde los cambios en los patrones de movilidad: muchos expertos creen que la movilidad eléctrica solo tendrá éxito si se crean modelos adecuados de uso compartido de automóviles.

A parte de la influencia transformadora de las autoridades públicas, las sinergias intersectoriales rara vez son explícitas, ya que a menudo se ha descuidado el vínculo entre las actividades de planificación prospectiva y la toma de decisiones políticas.

Algunos resultados clave de estudios sobre el futuro de la movilidad urbana son los siguientes:

- Tecnología:
 - Los biocombustibles no son capaces de resolver los problemas dentro del transporte.
- Nuevos modelos de negocio y sinergias intersectoriales:
 - Creciente importancia de compartir automóviles, apoyando cambios en los patrones de movilidad.
 - Discusión sobre cómo las políticas físicas, las políticas blandas y las políticas de conocimiento pretenden inducir cambios en los comportamientos de los consumidores y las empresas.
- Regulaciones e incentivos:
 - El tamaño de los incentivos financieros directos determina el comportamiento de compra y la cuota de mercado de los vehículos eléctricos.
- Transporte público y desvío modal:
 - Carretera basada en la distancia, el cobro restringe el crecimiento del tráfico, mientras que el cobro de carreteras basado en la congestión, las inversiones en transporte urbano y las nuevas tecnologías de combustible mejoran la eficiencia energética.

- Los servicios de transporte flexibles bien implementados tienen la potencial para revitalizar los servicios de transporte público basados en autobuses.

Un enfoque de movilidad multimodal tiene el potencial de guiar la transición sostenible y resolver los problemas de transporte actuales.

8.2.4.1.3. Una visión deseable de la movilidad urbana

La visión de la movilidad urbana describe un estado deseado para el año 2030, compartido por un conjunto diverso de partes interesadas, para proporcionar guía y orientación a los actores relevantes

8.2.4.1.3.1. City Mobility 2030

En 2030, los clientes utilizarán una variedad de opciones de movilidad complementarias, por lo que el uso de vehículos motorizados privados será sustituido por servicios de movilidad en un grado significativo. Los clientes apreciarán las soluciones de movilidad multimodal en comparación con el transporte individual motorizado debido al ahorro de tiempo.

Una plataforma de movilidad integral facilitará la planificación integrada de rutas y tarifas, la elección eficiente de ofertas de servicios y el procesamiento seguro de pagos desde una única fuente. De este modo, los teléfonos inteligentes y otros dispositivos móviles se convertirán en el compañero omnisciente y el facilitador de los desplazamientos multimodales por la ciudad. En el caso ideal, tras registrarse, los usuarios podrán personalizar una aplicación de movilidad multimodal según sus necesidades.

Simultáneamente, se puede reservar la elección del modo o modos de transporte respectivos mientras se recibe el código de reserva electrónico. Al ingresar al modo de transporte respectivo, el usuario será reconocido automáticamente vía chip o código. Al final de su viaje, con o sin una combinación de diferentes modos, los procesos de pago se manejarán automáticamente. Al final del mes, el cliente recibirá un resumen de su cuenta de movilidad, en el que se enumeran todos los viajes en detalle.

Por lo tanto, la individualidad, la transparencia y la seguridad de los datos permanecerán en el centro de atención: por ejemplo, se ofrecerán diferentes sistemas de pago a los clientes y las aplicaciones se podrán ampliar para brindar información sobre las condiciones de carga de los vehículos eléctricos o la ubicación de la estación de carga más cercana.

El principal requisito previo para el éxito de la movilidad urbana en el futuro implicará colaboraciones orientadas al cliente, que incluyen subsistemas de infraestructura tradicionalmente independientes y el sector público.

Por lo tanto, la multimodalidad permitirá a los usuarios una locomoción cómoda, respetuosa con el medio ambiente y con un uso óptimo de los recursos, lo que la convierte en la forma de movilidad más atractiva y sostenible. Los problemas de tráfico serán cosa del pasado: los recursos y la infraestructura existentes se implementarán de manera óptima en todos los aspectos.

8.2.4.1.4. Perspectivas sobre el futuro probable de la movilidad urbana

8.2.4.1.4.1. Individualización de estilos de vida y acceso flexible a servicios multimodales

La orientación del automóvil, que se desarrolló para todas las edades en las últimas décadas, se estancará y se espera que disminuya en el futuro.

El movimiento social se alejará de los medios de transporte de uso universal hacia una “flota virtual” de aplicación flexible que combina varios medios de transporte. Por lo tanto, características tales como la conveniencia (por ejemplo, emisión de tickets, tarificación y tarjetas de movilidad), la facilidad del uso y la disponibilidad constante de transporte serán facilitadores clave.

Por lo tanto, se espera que la flexibilidad durante la elección de modos individualizados sea más importante que las soluciones de tecnología única, como el coche eléctrico. DRT proporcionará transporte compartido de acuerdo con los requisitos de los pasajeros en los lugares de recogida y entrega.

8.2.4.1.4.2. Información integrada sobre viajes multimodales

Dado que se espera que la movilidad urbana del futuro sea la combinación inteligente de todos los modos y ofertas, se conjetura que la calidad de los sistemas de movilidad urbana que adopten un enfoque multimodal aumentará a través del suministro de información sobre viajes.

Un sistema de planificación de viajes interconectados sería la forma más eficaz de proporcionar información individualizada a los viajeros multimodales. Los clientes de los sistemas de movilidad urbana están principalmente preocupados por cómo viajar de un lugar a otro: requerirán una solución de ventanilla única, un sistema general sinérgico que cubra todas las fases del viaje a través de una sola fuente. Una solución satisfactoria debe considerar todas las alternativas y adaptarse a las preferencias personales del usuario en cuanto a tiempo, costes y número de saltos de viaje. Es más, las incertidumbres en el transporte, por ejemplo debido a interrupciones inesperadas del transporte, podrían mitigarse enviando información personalizada en tiempo real al viajero.

Los viajeros podrán solicitar información fácilmente, independientemente del lugar y la hora, y recibir diversas soluciones para su viaje.

Para individualizar aún más la información, los expertos esperan que haya un asistente de movilidad personal disponible en los teléfonos de los clientes. Esta aplicación actualizaría la situación del tráfico y aprendería gradualmente los hábitos de movilidad personal de los clientes, como sus tiempos de viaje habituales, destinos de viaje frecuentes y medios de transporte preferidos.

8.2.4.1.4.3. Inicio del transporte multimodal a través del sector privado

Cada vez más, la atención se centrará en el liderazgo del sector privado para diseñar conceptos de movilidad multimodal eficientes que prometan un éxito operativo óptimo. Se espera que los subsidios gubernamentales para el transporte urbano se reduzcan aún más, lo que conducirá a la privatización del transporte público que será parcialmente más caro. Además, a pesar de las negativas de las autoridades públicas, es muy probable que para 2030 se cobren cargos por el uso de las carreteras en las ciudades.

El transporte y la infraestructura deben ser garantizados por el gobierno (al menos las carreteras y los posibles modos de transporte), pero la implementación y ejecución serán responsabilidad de las empresas privadas.

8.2.4.1.4.4. Disputas de las partes interesadas sobre el futuro de la movilidad urbana

Aunque las empresas privadas que se encarguen de la movilidad resaltan que para el ajuste personal de la movilidad de un cliente debería poder accederse a sus datos sin problema para personalizarlo al máximo, los jóvenes y las personas jubiladas suelen estar en contra de compartir sus datos por miedo a que se vea comprometida su privacidad.

Las supuestas debilidades de las unidades alternativas las convierten en un complemento ideal del transporte público tradicional para distancias cortas en entornos urbanos. El vehículo eléctrico puede integrarse en conceptos multimodales y ayudar a promover la integración significativa de los modos de transporte, particularmente en las conurbaciones.

8.2.4.1.5. Estrategias de transición intencionadas: hacia un diseño de ciudad multimodal

ACTORES GENERALES: AGENDA ESTRATÉGICA

Los sistemas de movilidad a menudo se diseñan para la comodidad de los operadores, más que para las necesidades de los consumidores. Los grupos de enfoque derivaron cuatro características esenciales del atractivo desde la perspectiva del cliente:

- 1) Facilidad de uso.
- 2) Disponibilidad.
- 3) Coste total de propiedad.
- 4) Comodidad.

Los cargos de “pago por uso” del transporte público y privado deben integrarse y reflejar los costes marginales. La integración de estos costes se puede lograr con sistemas de posición global (GPS), comunicación directa de corto alcance, tarjetas inteligentes, teléfonos móviles y otros avances tecnológicos.

INDUSTRIA: AGENDA ESTRATÉGICA

Los grupos focales consideran la capacidad de los automóviles para comunicarse con su entorno (C2E), o entre ellos mismos (C2C), o ambos (C2X). En general, para establecer sistemas de transporte inteligentes, se requieren redes.

Hoy en día, nos referimos a la “Ciudad 2.0” como la ciudad del futuro con muchos componentes inteligentes: gestión del tráfico en tiempo real, sistemas de carga inteligentes interactivos y comunicativos, iluminación adaptada a las necesidades y al número de miembros presentes en un determinado lugar, etc. Así, la “Movilidad 2.0” se basa íntegramente en la ciudad del mañana. La interacción inteligente entre los modos de movilidad sería un elemento principal de dicha ciudad y estaría disponible para todos los residentes.

AUTORIDADES PÚBLICAS: AGENDA ESTRATÉGICA

Las políticas de movilidad tendrán que adaptarse a la participación pública con nuevos métodos de diseño y planificación, además de los procedimientos formales y prescritos por la ley.

CLIENTES: AGENDA ESTRATÉGICA

Los usuarios finales deben comunicar sus ideas y participar como “ciudadanos activos” (por ejemplo, durante las iniciativas de los ciudadanos) para garantizar una movilidad multimodal sostenible y respetuosa con el medio ambiente. En general, cuanto mayor es el interés y la implicación de los ciudadanos, más actual y de gran envergadura surge la movilidad multimodal.

8.2.4.1.6. Conclusiones

Serán necesarios cambios a gran escala para hacer frente a los desafíos que enfrentan los sistemas de movilidad urbana alemanes.

La movilidad urbana es un concepto muy dinámico y complejo a considerar con el fin de rediseñarlo. Por lo tanto, se argumenta que primero se debe articular una visión preferida del futuro antes de que se pueda diseñar e implementar un nuevo sistema de movilidad urbana: uno que sea sostenible y se ajuste a los requisitos del usuario.

Los resultados del estudio Delphi destacan que la integración del transporte de pasajeros individual y público es muy deseable y se espera que sea esencial para la futura movilidad urbana. Por lo tanto, aumentará la movilidad multimodal, un concepto que utiliza una variedad de modos de transporte diferentes para viajar. En general, la movilidad multimodal presupone tres condiciones: la presencia de múltiples medios de transporte adaptados a la situación específica; información suficiente para la decisión correcta entre varias opciones en tiempo real; y un cambio en los hábitos y comportamientos sociales.

Los clientes esperan una mayor libertad de elección en el diseño de sus cadenas de movilidad y una variedad de medios de transporte con diferentes objetivos.

Los sistemas de transporte inteligentes con comunicación de datos moderna están avanzando. Sin embargo, la conectividad completa seguirá siendo una visión más allá de 2030.

El sector privado proporcionará los avances tecnológicos en la comunicación del sistema de transporte inteligente, incluida la movilidad conectada para el transporte público y privado. Son necesarias estrategias integradas que también involucren áreas que normalmente no están asociadas con el proceso de planificación del transporte.

En general, creemos que la movilidad multimodal se volverá esencial para la accesibilidad del centro de la ciudad y su atractivo dependerá de la calidad de los servicios de movilidad ofrecidos. En el futuro, no se trata de reducir la movilidad como tal, ya que la movilidad individual es el requisito previo para la participación social, el progreso, el crecimiento y la autorrealización. Más bien, una transición sociotécnica hacia un sistema de movilidad urbana sostenible debería organizar el transporte de manera inteligente al tiempo que cumple con la complejidad multidimensional de los cambios descritos. (Spickermann, Grienitz y Von der Gracht 2014)

8.2.4.2. Políticas integradas de movilidad urbana en áreas metropolitanas

8.2.4.2.1. Introducción

Los estudios han demostrado que el sector del transporte y las áreas urbanas son responsables de aproximadamente el 24% y el 67% de los gases de efecto invernadero relacionados con la energía y es probable que esto desempeñe un papel crucial en si la

Unión Europea alcanzará o no su objetivo de un 60% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para 2050.

La fragmentación de los proveedores de servicios de movilidad y la falta de coordinación entre los actores en el proceso de diseño de políticas están obstaculizando actualmente el desarrollo y la adopción de mejores soluciones de movilidad urbana.

En este contexto, se define la transformación como la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad de todo el ecosistema de movilidad urbana mediante la exploración de su potencial de innovación dentro de las áreas metropolitanas (por ejemplo, nuevos modelos de negocio de economía colaborativa, enfoques de gobernanza inclusiva y el impacto de sostenibilidad de las tecnologías digitales avanzadas). El uso de un enfoque participativo sistemático mediante el cual las partes interesadas se incluyen en el proceso de modelado y creación conjunta de escenarios ha tenido éxito en la identificación de soluciones integradas más apropiadas que probablemente obtengan un mayor nivel de aceptación en las comunidades.

8.2.4.2.2. Antecedentes teóricos

En los últimos tiempos, las rápidas tasas de urbanización han llevado a un aumento de las demandas de movilidad, lo que ha acelerado la necesidad de desarrollar estrategias de movilidad urbana sostenibles, integradas y holísticas que puedan diseñarse e implementarse sobre la base de urbanismo sostenible e inclusivo.

8.2.4.2.2.1. La urbanización como fenómeno global que impacta en la movilidad

Se espera que el aumento de la cobertura del suelo urbano durante las primeras tres décadas del siglo XXI sea mayor que el nivel acumulativo de expansión urbana en toda la historia humana. Actualmente, el 55% de la población mundial vive en áreas urbanas, y se prevé que esta cifra aumente al 68% para 2050.

Numerosos estudios han identificado los principales factores que impulsan la expansión urbana, incluido un aumento en los ingresos de los hogares, las preferencias individuales, el progreso tecnológico en la industria del automóvil, la asequibilidad de los vehículos y una disminución en los costos de transporte.

8.2.4.2.2.2. Indicadores económicos urbanos alternativos como base para la transformación de la movilidad

La planificación urbana estratégica debe responder a los desafíos actuales asociados con la equidad social, los patrones de movilidad, la competitividad global y la eficiencia energética. Es fundamental desarrollar conceptos inclusivos de urbanización que

garanticen el acceso a la infraestructura, los servicios sociales, la vivienda, la educación, la salud, el empleo justo y un entorno seguro para todos los residentes.

8.2.4.2.2.3. Conceptos innovadores de movilidad habilitados por tecnologías digitales

Teniendo en cuenta las tecnologías disruptivas que emergen rápidamente, se pueden observar dos aspectos principales en el contexto de las nuevas soluciones de movilidad urbana, a saber:

- a) Mayor diversidad en los servicios ofrecidos.** Recientemente se ha establecido una taxonomía de nuevos servicios de movilidad diversificados para once categorías: viajes compartidos tradicionales (*carpooling*); auto compartido; compartir bicicleta; microtránsito; autobuses de empleados; intercambio secuencial; compartir concurrente; aplicaciones de taxi; aplicaciones de agregación; aplicaciones de estacionamiento/navegación; y pago móvil para servicios de transporte.
- b) Nuevos jugadores atraídos al sector.** Un aspecto importante de los nuevos conceptos de movilidad es la entrada de nuevos inversores al sector. Estas nuevas empresas han recibido una financiación masiva de las partes interesadas corporativas en la industria de las TIC, lo que destaca la digitalización en curso del sector de la movilidad.

En resumen, los conceptos de movilidad compartida juegan un papel importante dentro de los sistemas de movilidad urbana existentes y dependen cada vez más de participantes que respondan directamente, es decir, usuarios y vehículos que fomentan la implementación de aplicaciones digitales.

8.2.4.2.2.4. Dinámica de sistemas y soluciones de movilidad sostenible

El flujo de información de alta calidad sobre soluciones de movilidad entre los planificadores urbanos, el sector industrial (proveedores de movilidad/tecnología/infraestructuras) y los consumidores puede mejorarse mediante herramientas y plataformas avanzadas, que sirven para permitir el flujo de información y apoyar el proceso de toma de decisiones en materia de planificación de la movilidad. Un método para mejorar el flujo de información y el apoyo a las decisiones es el enfoque de dinámica de sistemas (SD).

SD se ha aplicado para explorar las interacciones entre los sistemas sociales, tecnológicos, administrativos, urbanos y ecológicos, todos los cuales están impulsados por cambios en los patrones de comportamiento de los actores involucrados en la movilidad urbana.

8.2.4.2.3. Modelo de dinámica de sistemas en la región del Rin-Ruhr

La dependencia de los vehículos motorizados privados ha creado problemas de congestión y desafíos relacionados con el medio ambiente, el consumo de energía, la salud pública y la segregación social y espacial. En 2012, más que cualquier otro viaje realizado en la zona del Ruhr se hizo utilizando un vehículo privado, lo que representó el 53% de todos los viajes, mientras que el 23% de los viajes se realizaron a pie, el 8% en bicicleta y el 16% en transporte público.

Según el Instituto Económico Alemán, la región Rin-Ruhr está bien preparada para un futuro digital; de hecho, podría convertirse fácilmente en la región de ciudades inteligentes líder en Europa.

Bochum, aspira a convertirse en una Ciudad Gigabit mediante la conexión de áreas comerciales a redes de fibra óptica con miras a hacer de la ciudad un lugar económico atractivo para la inversión internacional. Duisburg y Gelsenkirchen, están cooperando con la empresa china de TIC Huawei para modernizar su infraestructura digital.

La ciudad de Dortmund sigue un enfoque diferente de la digitalización; además de las soluciones tecnológicas, su enfoque Smart City se basa en la participación ciudadana y se centra en el desarrollo urbano holístico y no solo en la infraestructura. Además, se basa en un plan maestro de rotación de energía que vincula la digitalización con medidas de protección climática.

Además, uno de los requisitos previos para la implementación exitosa de soluciones inteligentes en el sector de la movilidad son los cambios de comportamiento entre los ciudadanos. En el futuro, la aparición de conceptos de movilidad compartida también se verá reforzada por el cambio en curso hacia los automóviles sin conductor.

8.2.4.2.4. Estudio de escenarios de dinámica de sistemas

Se realizó un modelo integral de simulación de dinámica de sistemas para el sector de la movilidad, cuyo objetivo era proporcionar un “laboratorio virtual” para probar posibles vías de transformación hacia emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) cero en áreas metropolitanas. El modelo y el caso de prueba correspondiente se diseñaron junto con las partes interesadas de la región metropolitana del Rin-Ruhr en Alemania utilizando STEEP, un método de desarrollo y evaluación de escenarios participativos.

8.2.4.2.4.1. Desarrollo de escenarios usando el método STEEP

Table 2
: Trends and their descriptive attributes clustered using the STEEP method.

Megatrends Influencing Mobility Sector				
Population Dynamics (Demographics, Urbanisation)		Digitisation (Advanced Digital Technologies)	Open Innovation in Mobility Sector (New Business and Working Models)	Climate Change/Air Pollution
STEEP Parameters Describing the Global Trends (Relevant for Local Case)				
Social	Technological	Economic	Environmental	Political
Mobility and consumption patterns Stakeholder environmental awareness	Internet coverage Data Security and ownership (cyber security)	Employment rate Population income	Use of non-motorised (low-emission) traffic Traffic-related air pollution level (GHG emission, other air pollutants)	Internalisation of externalities in form of CO ₂ taxes Investment in public transport infrastructure
Sharing society (lending instead of owning)	Transparency in mobility sector (seamless and connected/integrated multi-modal mobility)	Urban economics development (GDP alternatives)	Energy demand per capita	Political measures for mobility turnover (city toll, parking price and management)
Public participation in mobility solutions (co-creation)	Autonomous driving	Shared mobility business models	Share of renewable energy in mobility sector	Attractiveness of public transport (modal split; smart cards)
Digital divide	Real-time (big) data infrastructure	Net present value of investments in mobility	Land use changes related to mobility infrastructure	Sustainable Urban Mobility Plans

A. Moberg et al.

Las medidas políticas para el cambio de movilidad y la liberación de contaminación del aire relacionada con el tráfico fueron los factores que describieron la tendencia del cambio climático, y los desarrollos futuros con respecto a estos factores se combinaron para formar cuatro opciones:

- **Opción A:** regulaciones de políticas estrictas, como la introducción de peajes urbanos, la internacionalización de externalidades en forma de impuestos sobre el CO₂, condiciones estrictas de carga y descarga y aumento de las tarifas de estacionamiento.
- **Opción B:** a pesar de las políticas fiscales en forma de sanciones, el sector de la movilidad todavía causa altos niveles de contaminación del aire debido a la expansión de la infraestructura de tráfico relacionada con el crecimiento económico.
- **Opción C:** la contaminación del aire en el sector aún podría reducirse significativamente a pesar de las regulaciones políticas.
- **Opción D:** si no hay interés público o privado en conceptos de movilidad innovadores y de bajas emisiones, es probable que esto provoque la degradación ambiental en las áreas urbanas.

8.2.4.2.4.2. Descripción del modelo SD

Una de las dinámicas más importantes en el modelo SD es el cambio en las características de la población, que se presenta a través de tres stocks: población menor de 18 años, población entre 18 y 65 años y población mayor de 65 años. Los flujos que afectan a la población, sus características son las tasas de natalidad y mortalidad, la tasa de inmigración, la proporción de mujeres y hombres y la emigración neta.

El segundo proceso central representado en el modelo SD es el cambio de uso del suelo. Este proceso incluye nuevas áreas urbanas que se necesitan para la conversión del suelo de rural a urbano, y esto se calcula en base a las tasas de conversión y recuperación de suelo. El cambio de uso del suelo está influido por la dinámica demográfica y por la inversión en infraestructura urbana.

Los tipos de inversión representados en el modelo incluyen la inversión en energía renovable, que se expresa en energía renovable producida y su participación en vehículos motorizados (10%). El proceso de la dinámica de la movilidad es altamente dependiente del sector energético y la urbanización. Por otro lado, la dinámica de la movilidad también responde a la inversión pública en soluciones inteligentes, como la ciberinfraestructura y la conectividad a internet.

Se estima el impacto de los conceptos de compartición en las emisiones de CO₂ como dependientes de la sociedad de compartición (20%), la tasa de motorización (40%), las emisiones/coche (0,14 kg CO₂/coche), y el número de coches sustituidos por un coche compartido.

Las interconexiones y dinámicas complejas son altamente sensibles a las decisiones políticas, que están representadas en el modelo por la inversión en infraestructura urbana. Cuantificamos la sustentabilidad de las decisiones gubernamentales sobre inversión urbana como *dependientes del valor presente neto sustentable de la inversión (SNPV)*. El SNPV representa los aspectos económicos de cualquier inversión realizada, como la tasa de interés y los ingresos. Además, definimos los ingresos no solo como ingresos del gobierno por concepto de impuestos, sino también como costes alternativos de CO₂ que pueden ahorrarse mediante inversiones sostenibles (por ejemplo, fuentes de energía renovables, motores de vehículos alternativos o redes ciclistas).

8.2.4.2.4.3. Ejecuciones de simulación de escenarios

Si bien las proyecciones para los escenarios de Ciudad Inteligente y Ciudad Sostenible indican efectos perjudiciales sobre el medio ambiente debido a los cambios en el uso del suelo y un aumento de las superficies selladas, las proyecciones también indican una fuerte disminución de las emisiones de CO₂. Esta diferencia en comparación con los escenarios BaU y Desurbanización puede ser el resultado de estrategias de desarrollo eficiente implementadas en los escenarios de Ciudad Inteligente y Ciudad Sostenible. Así, el ahorro de emisiones de CO₂ podría alcanzar valores de hasta 160 millones de toneladas en 2030 debido a estrategias de apoyo a la inversión en energías renovables, así como a incentivos al uso del transporte público.

En general, el escenario de desurbanización da como resultado los valores más bajos, y el escenario de ciudad inteligente muestra los valores más altos para la distancia acumulada total recorrida. El hecho de que la relación entre el uso del transporte público y privado alcance valores en torno a 0,9, lo que representa una cantidad igual de uso del

transporte público y privado explica la disminución de las emisiones de CO₂ del sector transporte dentro del escenario Smart City.

El escenario de Ciudad Sostenible muestra los valores más altos para la relación entre el uso de transporte público y privado, mientras que la distancia total acumulada recorrida solo muestra un aumento moderado para este escenario. Esto está relacionado con el creciente porcentaje de la sociedad compartida y el atractivo del transporte público en el escenario de Ciudad Sostenible, impulsado principalmente por la inversión pública en conceptos de movilidad urbana sostenible. Sin embargo, la disminución de las emisiones de CO₂ es más significativa en el escenario de Smart City en comparación con el escenario de Ciudad Sostenible, dado el mayor efecto de las tecnologías digitales en la infraestructura de transporte público eficiente, así como el uso de conceptos de economía colaborativa. Las simulaciones para el escenario BaU muestran los segundos valores más altos para la distancia acumulada total recorrida, lo que está relacionado con un fuerte aumento de las emisiones de CO₂ del sector del transporte debido al aumento relativamente bajo en relación entre el uso del transporte público y el privado.

Para alcanzar altos niveles de sostenibilidad, la inversión pública en infraestructura de movilidad urbana debe ser económica, social y ambientalmente viable.

8.2.4.2.5. Conclusiones

Para hacer la transición hacia la movilidad urbana sostenible, los legisladores deben centrarse en iniciar efectos de atracción en lugar de efectos de empuje, mientras asumen un papel proactivo en la configuración de la movilidad urbana futura. Aunque esto requeriría una gran inversión inicial en infraestructura de transporte público, la simulaciones del estudio muestran que en un intervalo de solo tres a cuatro años, se obtendría un mayor valor actual neto sostenible. Un SNPV positivo significativamente alto se puede atribuir a ahorros en emisiones de CO₂ y, como resultado, ahorros en pagos de impuestos de CO₂ (100 euros/tonelada), que podrían implementarse en un futuro próximo.

Por lo tanto, para reducir la cantidad total de emisiones de CO₂, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- 1) El porcentaje de uso de energías renovables en los vehículos motorizados con motor eléctrico debe ser al menos del 80% para no generar efectos rebote.
- 2) El crecimiento económico puede desempeñar un papel importante en la reducción de las emisiones de CO₂ si las inversiones se llevan a cabo de manera orientada a los objetivos.
- 3) Aumentar el atractivo del transporte público mediante la mejora de la calidad, la cobertura, el precio y la sincronización de los servicios podría conducir a una

reducción directa de todas las emisiones de CO₂, lo que haría que el sector del transporte fuera neutro en CO₂ y contribuyera a una mejor calidad del aire para mediados de la década de 2030. (Melkonyan, y otros 2020)

8.2.4.3. Movilidad urbana intermodal

8.2.4.3.1. Introducción

Las ciudades están creciendo hoy en día y también lo está la demanda de movilidad de sus ciudadanos. Se asume que solo una combinación de modos de transporte suave y modos de transporte motorizados públicos y privados con diferentes capacidades, horarios y tiempos de operación pueden lograr lo que se denomina “ciudades sostenibles”.

El tráfico individual motorizado (MIT, por sus siglas en inglés), seguramente una de las formas más flexibles y convenientes de viajar, está aumentando en todo el mundo. Pero además de ser ineficaz en términos de consumo de energía y emisiones en comparación con otros modos de transporte, el MIT requiere mucho espacio, tanto durante su uso como estacionado. Por lo tanto, el transporte público es necesario para una movilidad sostenible y socialmente justa.

La movilidad en las ciudades europeas estuvo dominada por el MIT durante mucho tiempo, pero hay señales de que esto está cambiando. Compartir bicicletas o automóviles está aumentando, la propiedad de automóviles se está volviendo menos importante y el uso de éstos está disminuyendo en algunos lugares. Estas oportunidades para compartir introducen otros modos que pueden combinarse. Tal combinación de diferentes modos durante un viaje se llama “intermodalidad” y el viaje intermodal es una práctica común. En resumen, se considera que una oferta intermodal que funcione bien es un factor clave para un sistema de transporte urbano sostenible y escalable.

Existen diferencias en cómo se interpretan los modos de transporte “caminar” y “transporte público”. Casi todos los viajes comienzan y terminan caminando. Un intento de distinguir si el caminar se usa como un modo propio o solo como un puente natural hacia el primero/desde el último modo de transporte es formular umbrales. Díaz Olvera et al. (2014) asumen que la parte a pie de un viaje debe durar al menos 5 minutos antes de que se cuente como un medio de transporte propio.

“UrMo” (“Movilidad urbana”), un proyecto colaborativo de tres institutos de transporte del Centro Aeroespacial Alemán (DLR), pretende ampliar el conocimiento sobre las estructuras urbanas y los hábitos personales que influyen en los viajes intermodales. Esta investigación se centra en dos ciudades alemanas, Berlín y Hamburgo.

8.2.4.3.2. Intermodalidad en áreas urbanas

8.2.4.3.2.1. Intermodalidad en Berlín y Hamburgo

Los hallazgos sobre el comportamiento de la movilidad intermodal en Berlín y Hamburgo que se presentan a continuación se basan en el análisis de dos encuestas de viajes nacionales diferentes. Para Berlín se utilizó la base de datos "Movilidad en las ciudades 2008 – Sistema de encuestas representativas de transporte (SrV 2008)". Los análisis para Hamburgo se basan en la encuesta "Movilidad en Alemania 2008 (MiD 2008), Aumento de la región de Hamburgo".

8.2.4.3.2.1.1. Resultados en viajes intermodales

Según el conjunto de datos SrV, el 9,4% de todos los viajes en Berlín son viajes intermodales. La mayoría de ellos (el 7,6% del total de viajes) son combinaciones de diferentes medios de transporte público. El transporte en coche y el transporte público solo se combinan en el 0,6% de todos los viajes, mientras que las combinaciones de bicicleta y transporte público son al menos el doble (1,2%). En Hamburgo, según el conjunto de datos de aumento de MiD, el 7,9% de todos los viajes son viajes intermodales. De nuevo, la mayor cuantía se encuentra en la combinación de diferentes medios de transporte público (5,0%). Sin embargo, las combinaciones de uso de automóvil y transporte público (1,0 %) y bicicleta y transporte público (1,1 %) existen casi con la misma frecuencia.

En viajes más largos existe una mayor posibilidad así como una mayor necesidad de combinar dos o más modos de transporte diferentes. Una gran cantidad de viajes intermodales son viajes al trabajo o a la escuela, mientras que los viajes monomodales son más frecuentes para realizar compras o actividades recreativas.

8.2.4.3.2.1.2. Resultados sobre usuarios intermodales

En Berlín, el 17,2% de las personas encuestadas son usuarios intermodales. En cuanto a la edad, el porcentaje de usuarios intermodales es mayor en el grupo de edad de 21 a 30 años con un 34 % y en el grupo de edad de 11 a 20 años con un 27 %. En los grupos de mayor edad, el porcentaje de usuarios intermodales es mucho menor. Como consecuencia, el grupo de usuarios intermodales es en promedio más joven en comparación con los usuarios monomodales.

En Hamburgo, el 16,9% de las personas encuestadas son usuarios intermodales. La misma tendencia encontrada en Berlín con respecto al género y la edad también se puede encontrar en aquí. Además, el grupo de edad de 20 a 29 años muestra la proporción más alta de personas intermodales (28 %), mientras que los grupos de edad más altos tienen un porcentaje mucho más bajo de usuarios intermodales.

8.2.4.3.2.2. *Perspectiva internacional sobre la intermodalidad*

En el contexto internacional, la movilidad está exhibiendo una gran dinámica y muestra un amplio espectro de tendencias.

Así, para abordar los desarrollos en curso más allá del ámbito nacional de UrMo, el proyecto tiene en cuenta ciudades de referencia internacional. La principal motivación para esto es recopilar nuevas ideas y desarrollos en el campo de la intermodalidad, para comprender cómo se fomenta y utiliza, y qué conceptos funcionan y cuáles no.

8.2.4.3.3. *Modelización de la intermodalidad actual y futura*

Los resultados empíricos se utilizarán para modelar el comportamiento intermodal de los habitantes de una ciudad y para diseñar y evaluar nuevas opciones de movilidad (técnicas, estructurales y organizativas) en los pasos posteriores del proyecto. Se amplía y utiliza un sistema de simulación de tres niveles para obtener una visión microscópica (basada en personas) de las influencias y efectos de la intermodalidad.

8.2.4.3.3.1. *Simulación del comportamiento individual*

Los hallazgos empíricos se utilizarán para ampliar un conjunto de paquetes de simulación desarrollados por el DLR. Tres de ellos se emplean dentro del proyecto: el modelo de actividad y demanda de tráfico “TAPAS”, la simulación microscópica de tráfico “SUMO” y el modelo de elección de ubicación SALSA.

Dentro de “UrMo”, los tres paquetes de simulación se ampliarán con modelos de comportamiento intermodal, basados en los hallazgos empíricos obtenidos a través de la evaluación de datos, así como de las encuestas realizadas. La combinación de estos paquetes de simulación permite una extrapolación basada en modelos de los hallazgos empíricos sobre el comportamiento intermodal de la muestra de la encuesta a la población completa de una región, lo que hace posible evaluar el desempeño de una región completa en cuanto a apoyar la intermodalidad en un microscópico (persona-persona). basado) escala. Pero la principal aplicación de estas herramientas es predecir los efectos de posibles influencias y cambios futuros, ya sean de tipo sociodemográfico, financiero, tecnológico o regulatorio. Varios de estos escenarios se están preparando en “UrMo”.

8.2.4.3.3.2. *Nuevos vehículos y modos de operación*

Incluso suponiendo una muy buena provisión de transporte público, algunas circunstancias pueden conducir al uso de un automóvil en áreas urbanas. El transporte de equipaje, cadenas de viaje específicas o una especial exigencia de flexibilidad pueden ser tales motivos.

Los requisitos para los vehículos pueden cambiar en el futuro. Ya se puede observar un uso cada vez mayor de los conceptos de coche compartido en algunas ciudades y regiones.

Los nuevos conceptos operativos dentro del sistema de transporte público también pueden cambiar el comportamiento de las personas. Se intenta un servicio orientado a la demanda donde se alteran algunas de las principales características del transporte público convencional. Su funcionamiento estará respaldado por una aplicación basada en web que permitirá paradas individualizadas y, por lo tanto, abandonar rutas u horarios predefinidos. La realización de este concepto requiere enrutamiento dinámico de vehículos y cálculos en tiempo real de los viajes de los pasajeros. La arquitectura del sistema se basa en los procesos de fondo existentes de las operaciones en el transporte público para garantizar la compatibilidad. (Gebhardt, y otros 2016)

8.2.4.4. Servicios de movilidad inteligente para la mitigación climática en áreas urbanas

8.2.4.4.1. Introducción

Actualmente, las ciudades son responsables del 60 al 80% de todo el consumo de energía y aproximadamente el 70% de las emisiones de carbono en el mundo. El sector del transporte es uno de los principales contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero. A escala mundial, el transporte representó el 28 % de la demanda mundial de energía final y el 23 % de la demanda mundial relacionada con las emisiones de CO₂ en 2014.

Los datos muestran que la movilidad urbana representa el 40 % de todas las emisiones de CO₂ del transporte por carretera y hasta el 70 % de otros contaminantes del transporte. El transporte motorizado individual causa el 59% de las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que los sectores de transporte de mercancías y servicios urbanos fueron responsables del 28%.

Existen asociaciones significativas entre la contaminación del aire derivada del tráfico y la incidencia de asma causada por PM_{2.5} y NO₂. Estos resultados prueban que el transporte tiene un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana.

El Acuerdo de París, junto con los aportes del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), instó a las naciones a fortalecer la respuesta global para la mitigación climática. El concepto de ciudad inteligente está pensado para apoyar esta respuesta en diferentes campos de la movilidad urbana. Los campos de acción en el sector transporte comprenden la desmotorización y descarbonización del transporte, incluyendo la expansión de vehículos eléctricos y un

mayor uso de electrodomésticos energéticamente eficientes. También deben tenerse en cuenta los cambios en el patrón de movilidad de los ciudadanos para aumentar el uso de modos de movilidad activos y más eficientes desde el punto de vista energético.

Al abordar los problemas del desarrollo urbano sostenible y el cambio climático, se establecen objetivos específicos en el área de la movilidad en la estrategia global Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París. La visión actual a largo plazo de ciudades climáticamente neutras en la Unión Europea se basa en soluciones de movilidad inteligente para un futuro sostenible en la Estrategia de movilidad inteligente y sostenible: poner el transporte europeo en el camino para el futuro COM/2020/789 y el Plan de acción.

8.2.4.4.2. Papel de los servicios de movilidad inteligente en la mejora de las condiciones del entorno urbano

La integración de la sostenibilidad en un concepto de ciudad inteligente aborda no solo los pilares ambientales (eficiencia de recursos, energía, movilidad, etc.), sino también los pilares económicos y sociales. Como paradigma de diseño, utiliza las TIC para lograr un acceso global y universal a diferentes accesos a diferentes tipos de información sobre la ciudad para lograr la inteligencia colectiva.

La aplicación del concepto de ciudad inteligente en la práctica plantea una serie de desafíos. Uno de los aspectos clave de una ciudad inteligente son los datos, que, a través de la apertura, proporcionarían beneficios claros para el concepto de ciudad inteligente. Sin embargo, la apertura de datos crea una serie de barreras institucionales, legislativas, tecnológicas, comunicacionales, etc. Hay obstáculos de inseguridad de la información del sistema, fuga de privacidad, incompatibilidad de información entre diferentes sistemas y varias brechas digitales.

Las ciudades ya están adoptando una serie de soluciones de movilidad inteligente, que podrían contribuir a cambios en la distribución modal y el comportamiento de los ciudadanos. Herramientas de navegación en vehículos, estacionamiento electrónico, emisión de boletos electrónicos, pases electrónicos, señalización de infomovilidad, automóvil sin conductor, autobús, bicicleta o vehículo a pie, transporte en función de la demanda, uso compartido de vehículos, servicios de seguimiento en vivo, escaneo biométrico y la gestión dinámica de colas ya están integradas en las ciudades. También se evaluó el potencial de las nuevas aplicaciones de movilidad, como la planificación dinámica de viajes y los servicios de emisión de boletos, minibuses a pedido y viajes compartidos de primera y última milla.

Reemplazar los autobuses diésel de ruta fija con minibuses eléctricos a pedido podría reducir las emisiones de GEI y partículas finas (PM10) en más del 80 % y las emisiones de NOx hasta en un 95 % por ruta.

8.2.4.4.3. Estrategias de movilidad inteligente para la mitigación climática: perspectiva global, regional y local

Transformando nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible A/RES/70/1 [36] y el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático forman la base para alcanzar la meta de limitación del calentamiento global por debajo de 2, preferentemente en 1,5 grados centígrados, mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo.

Otra estrategia importante fue EUROPA 2020 Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador COM/2010/2020 publicada en 2010. El crecimiento inteligente y sostenible eran las prioridades.

El Pacto de Ámsterdam indica que la movilidad urbana sostenible y eficiente y la transición digital para una mejor provisión de servicios públicos en las ciudades son las prioridades relacionadas con la movilidad inteligente.

Otro paso serio hacia la implementación de la Agenda de Desarrollo Sostenible (2015) en la UE es el ambicioso Acuerdo Verde Europeo COM (2019). Es una herramienta financiera relacionada con el cambio climático y la degradación ambiental, que establece el objetivo de emisiones netas cero de gases de efecto invernadero para 2050. Como parte del Pacto Verde Europeo, se establecen políticas transformadoras en un COM/2020/789 en 2020. Aborda nuevos servicios de movilidad sostenible para la reducción de la congestión y la contaminación, especialmente en las zonas urbanas. Las acciones futuras se describen en tres pilares:

- 1) Modos de transporte sostenibles;
- 2) Alternativas sostenibles ampliamente disponibles en un sistema de transporte multimodal;
- 3) Incentivos adecuados para impulsar la transición.

Promueve soluciones de movilidad inteligentes y resilientes en las ciudades europeas:

- 1) Las cuotas modales de transporte colectivo y automatizado, a pie y en bicicleta;
- 2) Movilidad conectada y multimodal;
- 3) Integración de servicios de transporte basados en la demanda (MaaS).

La integración de estas soluciones también daría como resultado que 100 ciudades europeas se volvieran climáticamente neutras.

8.2.4.4.3.1. Berlín – “Plan de Desarrollo Urbano para la Movilidad y el Transporte” (2021-2030)

El plan esboza una visión a largo plazo para la movilidad y el transporte futuros en Berlín para 2030, define campos de acción, objetivos y metas, y los relaciona con planes de acción específicos sobre transporte local, ciclismo, peatones, tráfico comercial, tráfico seguridad y control de la contaminación del aire y reducción del ruido. El plan también incluye medidas políticas específicas para la ordenación del territorio, la estructura urbana, aspectos organizativos de la planificación de la movilidad, medidas normativas y económicas, actividades de información, infraestructura, peatones, ciclistas, transporte público, calles y tráfico comercial.

En consecuencia, el plan define objetivos generales relacionados con una transformación del transporte (82 % de ecomovilidad para 2030, con un 23 % de ciclismo, 30 % a pie y 29 % de transporte público), mitigación climática (42 % de reducción de CO₂ del sector del transporte en comparación con 1990), salud (reducir los NO_x y otras contaminaciones del aire, así como el ruido).

El plan de desarrollo también establece el objetivo de reducir el consumo de energía relacionado con el tráfico en un 34 % en 2030 y minimizar el uso del suelo relacionado con los asentamientos y la infraestructura de tráfico a 30 ha. por día.

8.2.4.4.4. Servicio de movilidad de Berlín “Jelbi”

En 2019, la empresa de transporte público "BVG" (Berliner Verkehrsbetriebe) introdujo en Berlín el servicio de movilidad "Jelbi". El servicio consiste en una aplicación para teléfonos inteligentes que se desarrolló junto con la empresa letona “Trafi”. La idea detrás de “Jelbi” es facilitar la transición del transporte individual motorizado al transporte público y compartido, contribuyendo así a la reducción de emisiones de GEI en la ciudad. (Cepeliauskaite, y otros 2021)

8.2.5. Francia

8.2.5.1. Un modelo de transporte multimodal para el norte de Francia

8.2.5.1.1. Introducción

El transporte público gratuito está ganando popularidad en varios países europeos, incluida Francia. Dunkerque, es la ciudad más grande de Francia que ya ha implementado el transporte público gratuito. Las autoridades locales de Lille han considerado durante algún tiempo la tarificación vial para aliviar la congestión e implementaron transporte público gratuito para jóvenes (menores de 18 años) el 1 de enero de 2022.

8.2.5.1.2. *Políticas de transporte*

El transporte por carretera es una fuente de grandes costes externos y el objetivo de la mayoría de las políticas de transporte es reducir el uso de automóviles privados. Por ello, se establecen dos escenarios principales:

1) Transporte público gratuito en toda la región de Lille.

Esto incluye tanto los modos urbanos (autobuses, tranvías y metro) como los interurbanos (trenes regulares y trenes rápidos). La reducción de las tarifas del transporte público pretende atraer a más usuarios en el transporte de masas y podría favorecer a los hogares de bajos ingresos. Plantea la cuestión de la recaudación de ingresos para operar servicios existentes y los producidos por la demanda inducida, pero puede reducir los costes de explotación, ya que no hay cobro de tarifas. En ausencia de tarificación de las carreteras, el transporte público gratuito debería reducir los costes externos de la congestión y las emisiones en la medida en que reduce el uso de los coches privados.

2) Tarificación vial en la aglomeración de Lille.

La tarificación de las carreteras es, para muchos economistas, la herramienta más eficaz para reducir la congestión y las emisiones de gases contaminantes hasta su nivel de eficiencia. Los usuarios suelen oponerse a la implantación de sistemas de tarificación vial porque los consideran un impuesto más. Las cuestiones relacionadas con la tarificación vial son el coste de la recaudación de las tarifas y el control de la adhesión de los usuarios de la carretera. Estas dificultades técnicas son ahora menos importantes gracias a las tecnologías de geolocalización y al bajo coste de las cámaras de vigilancia.

8.2.5.1.2.1. *Transporte público gratuito*

La región de Dunkerque, con más de 200.000 habitantes, es la ciudad más grande de Francia que ofrece servicios de transporte público gratuitos desde 2018. Lille ofrece servicios de transporte públicos gratuitos para jóvenes.

Atraer a los usuarios del coche privado es uno de los principales objetivos del transporte público gratuito. La magnitud exacta de este impacto dependerá de las elasticidades cruzadas entre los modos y éstas suelen ser bajas. A veces se critica que el transporte público gratuito atrae sobre todo a caminantes y ciclistas y no atrae realmente a los usuarios de coches privados.

La supresión de las tarifas crea un importante cambio modal hacia el transporte público. Para los grupos de bajos ingresos el número de viajes en transporte público es el

doble. Aumenta en más de 50% para el grupo de renta media y menos del 20% para el grupo de renta alta.

8.2.5.1.2.2. *Peajes*

El objetivo de la tarificación de las carreteras es hacer que los usuarios asuman el coste total de sus viajes, incluido el coste marginal social que imponen a los demás usuarios. Los peajes de primer orden suelen ser difíciles de aplicar, ya que requieren la disponibilidad de una cantidad de información para cada viaje individual.

En la práctica, se adoptan sistemas de tarificación cada vez más sencillos. Por ejemplo, en Londres se utilizan peajes de zona, en los que los usuarios pagan una tasa por circular dentro de una zona determinada (centro de la ciudad). En Noruega, por ejemplo, se utilizan peajes de cordón. En este caso, los usuarios pagan una tasa cuando cruzan una frontera entre dos zonas, normalmente entre el centro de la ciudad y la periferia. La elección del mejor sistema de tarificación dependerá, por lo general, de la geometría de las ciudades y del equilibrio entre la sencillez del sistema y la eficacia. El resultado también puede depender de si nos centramos en las repercusiones a corto plazo (localización fija de los hogares y las actividades) o en las repercusiones a largo plazo, en las que se permite la reubicación de los hogares y las empresas para optimizar el equilibrio entre la accesibilidad. Los peajes de cordón siguen siendo sencillos y suelen alcanzar una buena eficiencia, sobre todo a largo plazo, cuando los hogares pueden reubicarse.

En el área metropolitana de Lille, los peajes se imponen a los automóviles privados en cada cruce del cordón. Para algunos viajes, como los que se realizan por las autopistas A1 y A25, el peaje se paga dos veces. Los conductores pueden cambiar al transporte público para evitar el peaje, y es más probable que los grupos de bajos ingresos lo hagan en comparación con los grupos de ingresos más altos.

El uso del vehículo particular desciende un 4,02% y, prácticamente, sólo los grupos de renta baja y media se ven afectados por este cambio. Los cambios modales para el grupo de altos ingresos son muy pequeños ya que son menos sensibles al coste monetario. El impacto de andar en bicicleta sigue siendo pequeño, pero hubo un aumento significativo de alrededor del 5% para el transporte público, que es de alrededor del 10% para el grupo de bajos ingresos. De hecho, como en el caso del transporte público gratuito, los impactos disminuyen en los ingresos de los usuarios. Caminar también se ve impactado positivamente por los peajes del cordón, pero el cambio de modelo se limita a viajes urbanos y muy cortos.

8.2.5.1.2.3. Impactos ambientales

Con respecto a los flujos de tráfico y las emisiones de gases contaminantes, el transporte público gratuito es más eficiente, pero la comparación de los dos escenarios mencionados anteriormente requiere un margo más general donde los subsidios y los ingresos recaudados se tienen en cuenta.

Políticas de transporte encaminadas a una reducción en las emisiones (y el tráfico rodado) parecen tener un impacto significativamente mayor en los usuarios de bajos ingresos. Este tema se ha planteado con frecuencia para oponerse a la implementación de la tarificación vial.

8.2.5.1.2.4. Conclusión

La gratuidad del transporte público atrae a un gran número de usuarios al transporte de masas. A continuación, se reduce considerablemente el número de usuarios del coche privado. En general, se produce una disminución de los niveles de congestión y contaminación. La tarificación por cordón también produce una reducción de la congestión y la contaminación, pero con una magnitud limitada. La disminución del uso del coche privado es relativamente pequeña y es comparable al cambio modal al transporte público. (Kilani, Diop y De Wolf 2022)

8.2.5.2. VVE: hacia una ciudad de la ecomovilidad

8.2.5.2.1. Introducción

"Vve - Vers une ville écomobile" o "Hacia una ciudad ecomóvil" es una herramienta de autodiagnóstico en línea para las autoridades locales de Francia. Lanzada en abril de 2020, gracias al apoyo financiero de la ADEME, la versión actual, en francés, tiene como objetivo ayudar a las localidades de Francia y de los territorios franceses de ultramar en la transición hacia ofertas de movilidad más respetuosas con el medio ambiente en sus comunidades.

La herramienta, que permite a cada usuario evaluar su localidad con criterios sencillos pero exhaustivos, genera un análisis de los puntos fuertes y débiles de la comunidad, incorporando no sólo indicadores relacionados con la movilidad, sino también aspectos de planificación, diseño y desarrollo urbanos. VVE promueve la aparición de una visión común y compartida sobre la movilidad sostenible.

8.2.5.2.2. Cambiando el sistema

Para convertirse en eco móvil, una comunidad debe desarrollar un sistema integral de alternativas de viaje al coche individual que sean mejores para el medio ambiente,

menos costosas, más seguras y económicas, y que proporcionen un entorno de vida más agradable para todos los ciudadanos.

La versatilidad del coche no puede ser sustituida únicamente por la bicicleta o el transporte público. Sólo la combinación armoniosa de todos los modos de transporte (caminar, micromovilidad, bicicleta o bicicleta eléctrica, tren y transporte público, coche compartido o carpooling para destinos desatendidos, etc.) puede ofrecer alternativas eficientes y adaptadas a las diferentes necesidades. Lo más probable es que el coche privado siga utilizándose, pero no de forma sistemática. Por lo tanto, las comunidades deben actuar en todas las palancas simultáneamente: desde los casos de uso múltiple hasta el espacio urbano, desde la gobernanza hasta la seguridad vial. También es esencial proporcionar apoyo adicional a las comunidades menos equipadas para facilitar esta transición.

8.2.5.2.3. Una herramienta de autodiagnóstico: sencilla pero completa

La herramienta digital VVE fue diseñada para dirigirse específicamente a las ciudades pequeñas y medianas, pero ha sido desarrollada para adaptarse a cualquier tipo de comunidad. Ofreciendo a los usuarios una visión global a través de 10 temas diferentes, la herramienta pretende abarcar todos los aspectos del espacio urbano en la consideración de desarrollar una oferta de movilidad más sostenible.

El usuario realiza en primer lugar un "diagnóstico relámpago" del territorio respondiendo a una pregunta por tema, lo que le ayuda a tomar conciencia de la diversidad de los temas a tratar y de los efectos del sistema. A continuación, tiene acceso a la rueda temática de VVE: una interfaz sencilla, divertida y animada, que da una primera puntuación a la localidad. Esta rueda permite al usuario construir una visión global, mostrando qué aspectos de la comunidad, en función de las respuestas que ha integrado, son los puntos débiles de la zona en cuestión. A continuación, el usuario puede afinar su diagnóstico con la ayuda de unos cuarenta criterios adicionales más detallados y explorar un conjunto de recursos disponibles (buenos ejemplos, figuras clave, enlaces, financiación, etc.).

La herramienta se dirige deliberadamente a un público amplio y sin restricciones: cargos electos, profesionales de servicios técnicos, organizaciones relevantes o ciudadanos de a pie.

Todo el mundo tiene derecho a realizar y publicar su propio diagnóstico. Además, el análisis está fechado y firmado para poder presentarlo a otros actores de la comunidad. Durante el diagnóstico, el usuario también puede compartir un criterio o recurso específico con un contacto, para ayudarlo a completar su diagnóstico o para fomentar la conversación.

La herramienta también puede utilizarse para crear un entendimiento común y una visión compartida de los principales actores de una comunidad. Aunque en la versión actual de la herramienta no existe una interfaz verdaderamente colaborativa ni una función de síntesis, los usuarios pueden hacerlo por iniciativa propia o colaborando más con los diseñadores de la herramienta.

8.2.5.2.4. Génesis del proyecto y primeros usuarios

Tres comunidades asociadas contribuyeron a la puesta en marcha del proyecto: el Sindicato de Movilidad de Touraine, la aglomeración de Grand Montauban y el municipio de Les Lilas. Estos agentes participaron desde la elaboración del pliego de condiciones hasta las fases de validación para crear una herramienta plenamente operativa. También se consultó a numerosos expertos en movilidad, como los de ADEME, CEREMA y GART, para que VVE incorporara las mejores prácticas y conocimientos sobre cada uno de sus diferentes temas.

En septiembre de 2020, VVE recibió el primer premio en la categoría de ante-creación en el concurso METHA Europe. Este concurso, organizado durante la exposición EVER 2020, premiaba los mejores proyectos innovadores bajo el tema de la "Ciudad Sostenible".

Desde su lanzamiento en abril de 2020, 4.000 personas han descubierto la VVE, se han realizado más de 1.000 diagnósticos en 450 municipios y su uso ha sido favorecido, en particular, por alcaldes, cargos electos y especialistas técnicos, incluidos los responsables de movilidad, clima, calidad del aire y energía.

El objetivo es ahora mejorar la difusión de la herramienta y apoyar su uso para fomentar un mayor intercambio de los diagnósticos y las lecciones aprendidas. Si la herramienta resulta pertinente para facilitar la transición de los territorios franceses hacia una movilidad más sostenible, se desarrollará a escala internacional, especialmente en Europa, con una versión más avanzada y colaborativa en inglés.

8.2.5.2.5. Próximos pasos: VVE consulting

Para ampliar la herramienta, los diseñadores ofrecen ahora apoyo a las autoridades locales, con formación para los cargos electos y los departamentos, talleres para incluir la ecomovilidad en los proyectos de desarrollo y consultas digitales con los ciudadanos. (Fabre-Landry y Solé 2021)

8.2.6. Italia

8.2.6.1. Carta de sostenibilidad y movilidad sostenible

8.2.6.1.1. Introducción

El documento propone una nueva metodología para desarrollar la herramienta *Carta de Sostenibilidad* a nivel urbano. La Carta de Sostenibilidad es una herramienta para orientar a las ciudades hacia el aumento de los derechos ambientales, económicos y sociales.

En general, la Carta de Sostenibilidad es una herramienta política de alto nivel para guiar a la administración y a la comunidad hacia un entorno sostenible. En el corazón de este instrumento se encuentran las necesidades sociales, culturales, económicas y ambientales de una comunidad y la idea de que estas necesidades pueden seguir siendo satisfechas en el futuro pero de manera sostenible. La Carta de Sostenibilidad prevé metas participativas de corto, mediano y largo plazo, y define temas prioritarios e indicadores clave para alcanzar niveles adecuados de sostenibilidad. El objetivo principal es inspirar a los residentes a pensar, tomar decisiones y actuar con la mirada puesta en el futuro de su vida cotidiana.

Si se incluyen los servicios sostenibles en la Carta de Sostenibilidad utilizando los métodos sugeridos por la Agenda 2030 para promover ciudades más inclusivas, seguras y sostenibles. La idea es hacer que los ciudadanos y los municipios se sientan unidos en un proyecto común.

De esta manera es posible aumentar el sentido de comunidad y responsabilidad de los ciudadanos hacia su propia ciudad y alentarlos a cambiar su estilo de vida.

Además, se sugiere utilizar incentivos, promociones, premios y descuentos para motivar e involucrar a la población en acciones útiles para lograr el desarrollo sostenible. Estas soluciones contrastan claramente con la lógica “restrictiva” que se suele promover (multas, obras estructurales que impiden determinados comportamientos, ...).

A menudo se ponen en marcha actuaciones restrictivas o sancionadoras para desincentivar el uso del vehículo privado a favor de los públicos (ZTL, peatonalización, zonas de aparcamiento de elevado coste, multas, etc.) o intervenciones de pacificación del tráfico encaminadas a reducir la velocidad y mejora de la seguridad y calidad de vida en las zonas urbanas (estrechamiento de calzadas, badenes, rotondas, zonas 30, etc.). Lo descrito para la movilidad también es válido para otros sectores prioritarios como la energía, los residuos, el turismo...

Frecuentemente, para lograr mejores niveles de sostenibilidad, las políticas actúan imponiendo restricciones. Los incentivos, por otro lado, son por definición una herramienta positiva, útil para motivar a las personas a tomar acción. La promoción de descuentos en los billetes LPT, en la tasación de residuos en lugar de en los servicios de la ciudad como resultado de un comportamiento virtuoso puede contribuir, junto con una combinación de políticas restrictivas, al desarrollo sostenible.

8.2.6.1.2. Caso de estudio de Sestri Levante

La Oficina de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Sestri Levante ha activado un proceso de apoyo a asociaciones y sujetos diversos del territorio en la organización y promoción de la sostenibilidad.

Entre las iniciativas, Sestri Levante ha querido centrarse en proyectos orientados a la sostenibilidad ambiental, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Por ello, el municipio trabajó en la ampliación de las zonas verdes de la red pública, duplicando su extensión con dos nuevos parques y regenerando los existentes.

La agenda también incluirá temas relacionados con la movilidad sostenible, un reto que deberá tener en cuenta todas las conexiones relacionadas con el ámbito económico y turístico.

En cuanto a la movilidad sostenible, Sestri Levante se reconfirma en 2020 por tercer año consecutivo, uno de los mejores “Municipios de la Bicicleta” porque la ciudad ofrece excelentes ciclovías y cuida las políticas relacionadas con la movilidad sostenible. “Municipios de la Bicicleta” es una iniciativa que mide y certifica en qué medida los municipios italianos son amigables con las bicicletas. Es un proyecto que acompaña y premia a las administraciones locales a través de cuatro parámetros: infraestructura urbana, cicloturismo, gobernanza, comunicación y promoción. El galardón recayó en Sestri Levante por la presencia de 5 km de carriles bici que recorren la ciudad y que se combinan con la presencia de 8 aparcamientos de bicis, diferentes alquileres de bicicletas y un servicio de *bike sharing* disponible tanto para los ciudadanos como para los visitantes de la ciudad. Un servicio que se ha mejorado recientemente, en particular para las bicicletas eléctricas que se pueden alquilar a través de la nueva aplicación “BiciinCittà”, para gestionar todo el proceso desde la compra del abono hasta la entrega de la bicicleta.

Así mismo, la Administración para mejorar la calidad de vida de los habitantes ha establecido nuevas zonas peatonales como el paseo marítimo, a la vez que la institución de una nueva “zona 30” que involucra no solo el paseo marítimo, sino también el pasero Vittorio Veneto, viale Rimembranza, via Pilade Queirolo y piazzale Marinai d'Italia y la

relativa red vial interna. El Ayuntamiento de Sestri Levante ha impulsado la instalación de dos puntos para la recarga de coches eléctricos.

8.2.6.1.3. Resultado

Los objetivos identificados en La Carta de Sostenibilidad de Sestri Levante son reducir la congestión del tráfico y disminuir las emisiones de CO₂ para promover la movilidad suave.

Sestri Levante estudió la posibilidad de definir una nueva zona peatonal a las existentes. Se han analizado diferentes soluciones:

- Calles peatonales de tiempo completo, donde el tráfico vehicular está excluido y prohibido excepto para casos de vehículos de emergencia.
- Calles peatonales a tiempo parcial, donde el tráfico vehicular está excluido en ciertos momentos del día o en ciertos días de la semana (Zonas de Tráfico Limitado).
- Calles peatonales parciales, con acceso limitado al transporte público a velocidades reducidas.
- Calles peatonales parciales, con medidas de pacificación del tráfico que reduzcan la velocidad de los vehículos a motor.

En cuanto a los incentivos a promocionar en Sestri Levante a través de premios, pueden existir varias alternativas y para ello la Carta propone un sistema integrado de pago electrónico online para el pago de servicios de transporte y paradas, aparcamiento, y especialmente para bicicletas compartidas, coches compartidos y taxis.

El propósito sería que cada vez que se implemente una buena práctica el sistema asigne una cantidad de puntos al usuario, para luego poder distribuir incentivos o recompensas a quienes contribuyen a hacer la ciudad más sostenible. He aquí algunos incentivos propuestos por la Carta:

- Reducción de la tarifa de estacionamiento.
- Cada cuatro horas de uso del coche compartido, 20 minutos gratis.
- Reducción del 5% de la suscripción anual de la tarifa de aparcamientos.
- 10% de descuento en la futura compra de bicicleta, en comercios afiliados.
- Incentivos para la compra de vehículos de bajo impacto o para la instalación de dispositivos capaces de reducir emisiones contaminantes. (Spadaro, Pirlone y Candia 2022)

8.2.6.2. Plan de movilidad urbana sostenible de Milán

8.2.6.2.1. Transporte público en grandes áreas

El PMUS (*Plan de Movilidad Urbana Sostenible*) reconoce el Servicio Ferroviario Regional (S.F.R.), dividido en líneas regionales y líneas S, el papel del sistema de transporte para garantizar la satisfacción de la demanda de movilidad dentro del área metropolitana y el intercambio entre Milán y los centros regionales. Si por lo tanto, confirma la necesidad de que el Ayuntamiento de Milán desempeñe un papel importante en el fortalecimiento de este sistema, tanto a través del diálogo con los responsables de la toma de decisiones y los agentes clave, como la Región de Lombardía y los operadores de redes y servicios, así como a través de la cofinanciación de intervenciones infraestructurales en su territorio, o para promover acciones destinadas al desarrollo infraestructural del nodo.

También se pretende que el PMUS sea coherente con el Programa Regional de Movilidad y Transporte en lo que respecta a la ampliación de los niveles de accesibilidad garantizados por las líneas S también a sectores del territorio no servidos directamente por las líneas ferroviarias mediante la introducción de servicios viales integrados y coordinados con el sistema S, que asumen las características fundamentales: regularidad, cadencia, repetitividad, etc.

En cuanto al desarrollo de rutas de transporte público de importancia supramunicipal, el documento de referencia es el Plan Territorial de Coordinación Provincial.

Las ampliaciones previstas tienen la característica de servir de forma óptima a algunas zonas periféricas o de cinturón con una alta densidad de población y que, por tanto, tendrán acceso directo al metro a pie o en bicicleta.

8.2.6.2.1.1. Intervenciones propuestas en el nodo ferroviario de Milán y SFR (líneas S)

El Plan considera como prioridad de transporte y urbanismo de la ciudad la realización de un servicio ferroviario metropolitano en las líneas del cinturón. Un servicio de este tipo podría permitir incidir tanto en la demanda de movilidad de intercambio, ofreciendo una alternativa a la accesibilidad por medios privados, como en la demanda de movilidad urbana, ofreciendo también una alternativa “tangencial” a las relaciones que hoy deben pasar necesariamente por el centro y generando una conexión entre distintos densos no centrales.

8.2.6.2.1.2. Integración tarifaria

El 6 de junio de 2014, la Región de Lombardía aprobó el Reglamento Regional “Sistema tarifario integrado de transporte público”. El documento hace referencia a la

necesidad de que el sistema tarifario aplicable contribuya a la búsqueda del equilibrio económico del sector.

En el área metropolitana de Milán está en vigor desde 1982 el *Sistema Integrato Triffario dell'Area Milanese* (SITAM), que integra los servicios del Ayuntamiento de Milán y todas las líneas de autobús de las provincias de Milán y Monza-Brianza, mediante la creación de un sistema tarifario dividido en zonas.

Así pues, a partir de hoy es posible, con el mismo billete, utilizar indistintamente todos los servicios urbanos de Milán (incluidas las rutas urbanas de Trenord y el enlace ferroviario), los autobuses interurbanos y los tranvías.

A escala provincial, la Región de Lombardía ha introducido un abono mensual integrado para viajar en todos los transportes públicos de su provincia como:

- Autobuses urbanos y suburbanos.
- Tranvías, trolebuses.
- Metros.
- Trenes de cercanías y regionales de 2ª clase (para viajar entre localidades de la misma zona provincial, dentro del ámbito de validez de la tarifa ferroviaria regional de Lombardía).

Como se desprende de la estructura tarifaria, el sistema se dirige a los viajeros o a aquellos que, incluso de forma ocasional (billete integrado diario o múltiple), recorren distancias medias o largas más allá de los límites de la zona urbana.

8.2.6.2.2. Integración de los servicios de taxi

La concesión de licencias de servicios de taxi o la circulación de taxis debería estar sujeta al rendimiento medioambiental del vehículo utilizado para el servicio. Los taxis deben ser sustituidos por vehículos híbridos de gasolina/eléctricos o eléctricos, entendiendo que esto se conseguirá mediante otros instrumentos de regulación, control y planificación más específicos.

8.2.6.2.3. Sistemas de guiado automático

El PMUS presta especial atención al tema de innovación, promoviendo acciones y políticas que pretenden interceptar la evolución futura de la movilidad. El uso de vehículos de autoconducción (para uso colectivo y privado) es sin duda una de las fronteras más importantes e interesantes con las que se miden las grandes ciudades y los grandes actores tecnológicos y de la información, pero también existen interesantes áreas de experimentación a nivel europeo y nacional.

PROYECTO CITYMOBIL2

Este proyecto pretende poner a prueba, mediante la experimentación directa, tecnologías avanzadas de conducción automatizada de vehículos con el fin de verificar las barreras legales y técnicas y las condiciones de aceptabilidad social. El proyecto pone en marcha una serie de experimentos para probar sistemas de transporte por carretera automatizados sin conductor, que se aplicarán en varias ciudades de Europa.

Estos sistemas pueden ofrecer un servicio de transporte de pasajeros que complemente las principales redes de transporte público.

8.2.6.2.4. Clasificación de la red de carreteras para promover una mayor seguridad

La construcción de la "Ciudad 30", en un diseño de sistema estratégico, dirige la implementación de la clasificación funcional de la red de carreteras a la implementación progresiva de carreteras con límites de velocidad en todas las carreteras clasificadas como red local y donde no hay interferencia con la presencia del transporte público.

La segunda línea de actuación, en zonas caracterizadas por criticidades específicas o calidad ambiental o densidad de servicios y residencia, se refiere a la identificación de Islas Ambientales en las que se debe reforzar la medida de moderación de la velocidad mediante la reordenación del tráfico, el rediseño del espacio público y la mejora del paisaje.

El PMUS propone:

- El despliegue gradual de instrumentos de control con las infracciones de velocidad en las carreteras para las que la ley permite la instalación de las tecnologías necesarias.
- Mejorar el plan de alumbramiento público para garantizar una mayor visibilidad y seguridad en las intersecciones.
- Por último, suponiendo que se lleve a cabo el proyecto de reapertura de los Navigli, para moderar el tráfico dentro del círculo de los Bastioni y hacer menos impactante la gestión de las futuras obras, implantar una regulación de la zona 30 en la red viaria del círculo en cuestión y reducir el espacio dedicado al tráfico de automóviles, en cuanto la línea 4 del metro esté en funcionamiento.

8.2.6.2.4.1. Reestructuración de ejes y nodos

CARRETERAS TRONCALES E INTERURBANAS (RED PRINCIPAL)

Estas calles no son aptas para los peatones, ya que están mal equipadas con comercios y servicios.

En las carreteras incluidas en esta categoría es necesario intervenir en favor del respeto de los límites de velocidad permitidos y de la seguridad de los cruces.

CALLES DEL BARRIO

Para esta categoría de carreteras, es necesario garantizar la seguridad de los pasos de peatones definiendo la separación y la visibilidad adecuadas, para facilitar el uso completo de ambos lados de la carretera, para garantizar un cruce seguro también para niños no acompañados de camino a la escuela u otros lugares de reunión. En estas calles también se ha previsto la protección del ciclismo y el aumento de los aparcamientos para bicicletas.

CARRETERAS LOCALES INTERZONALES

En esta categoría de carreteras, la reorganización del espacio público tiene como objetivo lograr la máxima integración entre los movimientos vehiculares y las formas de movilidad activa; de hecho, estas carreteras se caracterizan por una fuerte presencia de atracciones y servicios locales o por la planificación de rutas prioritarias para bicicletas. La reorganización del espacio público deberá operar a favor de la clara identificación de la prioridad asignada a los usuarios vulnerables, peatones y ciclistas, y por tanto a la realización de intervenciones capaces de garantizar la “fluidez lenta” del tráfico.

CARRETERAS LOCALES

En esta categoría se incluyen las calles residenciales a las que se les debe retirar la función de cruce de tráfico para permitir la plena promiscuidad en el uso del espacio público entre todos los componentes de la movilidad.

8.2.6.2.4.2. Zona 30

Ya ha quedado claro que el concepto de “Zona 30” debería transformarse en el de “Ciudad 30”, según el cual todas las vías que no desempeñan un papel estratégico en la organización general del tráfico de transporte privado y/o público pueden ser objeto de una reducción general de los límites de velocidad.

Las islas ambientales son siempre áreas con funciones predominantemente locales, dentro de las cuales es necesario o conveniente reducir o eliminar el tráfico de paso y, cuando sea posible, reutilizar los espacios para el uso de los peatones, así como crear las condiciones para una promiscuidad segura de la circulación de vehículos a motor con las bicicletas.

De hecho, la aplicación de estas áreas incluye:

- La identificación clara de las “puertas” de entrada, para señalar al automovilista que pasa la naturaleza de la zona e inducir un cambio en el comportamiento de conducción.
- La supresión o la reducción drástica de las vías de paso.
- La definición de rediseños de la sección de la carretera que dificulten alcanzar altas velocidades incluso en las calles de doble sentido y que fomenten la difusión del sentido contrario a la circulación de la bicicleta (unidireccional excepto para las bicicletas) de acuerdo con los dictámenes y medidas del Ministerio.
- Garantizar la continuidad de las rutas y caminos para bicicletas mediante la creación del sentido contrario (de una sola dirección, excepto para las bicicletas), en ausencia de separación estructural, y aplicar el diseño de la red de apoyo, de acuerdo con los dictámenes y las medidas previstas por el Ministerio.
- La identificación de las centralidades del espacio público que deben reorganizarse como lugares de encuentro y socialización.

A la hora de implantar las zonas 30, deben aplicarse las estrategias más adecuadas, tanto en lo que se refiere a la normativa como a la aplicación, para no penalizar al transporte público, cuya eficacia y eficiencia de funcionamiento debe garantizarse, en los tramos en los que normalmente se sobrepasa la velocidad.

Los resultados de un estudio indican que la mera aplicación del límite de velocidad (30 km/h) en la red local podría producir una reducción del tráfico, en la misma red, de entre el 25 y el 28%; una reducción potencial del valor medio de exposición a los contaminantes del tráfico local de entre el 28 y el 34%.

A corto plazo, la reducción estructural del límite de velocidad urbano a 30 km/h, por ejemplo en vías urbanas con cruce lateral, puede ser una medida rápidamente operativa y disponible, a la espera de la finalización de las vías ciclistas, para no obstante, permitir que las bicicletas convivan de forma más segura en la carretera con otros vehículos.

8.2.6.2.4.3. Áreas preferidas de tránsito peatonal

Las Zonas de Circulación Privilegiada de Peatones se implantan entonces acudiendo a las normas del Código de Circulación, o, en función de las características específicas del contexto, mediante disposiciones de Zona de Peatones, Zona de Circulación Limitada, prohibiciones de tránsito, Zonas de Velocidad Limitada o reordenación de patrones de circulación.

La disposición puede aplicarse con una función restrictiva adicional respecto del límite de velocidad relativo únicamente a la Zona 30, mientras que, por otro lado, permite dar prioridad al tráfico de peatones en los casos en que el contexto sujeto a intervención

se caracterice por funciones incompatibles con la “Adopción de Zonas de Circulación Limitada” o “Zonas de Peatones”.

8.2.6.2.4.4. *Rutas peatonales*

El punto de apoyo de las rutas identificadas se sitúa, por tanto, en el centro histórico, una de las zonas peatonales más grandes de las ciudades europeas, que con su desarrollo longitudinal (unos 2,5 km) toca una parte significativa de los lugares centrales más representativos. Desde el centro, la red peatonal se ramifica hacia zonas más periféricas, interceptando en su desarrollo algunos de los principales atractivos urbanos.

Para el desarrollo de itinerarios de movilidad peatonal se propone una red de caminos peatonales privilegiados, a lo largo de itinerarios cuya implantación debe pasar por la adopción de las dos medidas diferenciadas siguientes: regulación del tráfico, con el fin de moderar la velocidad, regular las categorías de tráfico permitidas, reducir el número de vehículos y rediseñar el espacio viario, donde es necesario ampliar la zona peatonal, no sólo para aumentar la seguridad sino también para expresar, con el diseño urbano y el mobiliario, la función asignada al recorrido.

Los beneficios esperados son atribuibles a las siguientes cuatro categorías principales:

- El desarrollo del tráfico de peatones como un modo de viaje privilegiado (para distancias cortas y en combinación con un sistema de transporte público generalizado y servicios como el uso compartido de bicicletas).
- Incentivo para desarrollar la “vocación peatonal” del área central, también gracias al efecto de protección del tráfico proporcionado por el Área C.
- Definición de nuevos “diseños urbanos” reconocibles.
- Difusión de intervenciones peatonales altamente privilegiadas para completar los caminos longitudinales que cruzan el centro histórico.
- Aumento generalizado de la calidad y seguridad de los espacios públicos en toda la ciudad.
- Refuerzo del *Plan de Alumbrado Público* para garantizar una mayor visibilidad y seguridad y hacer más seguras las zonas destinadas al paso de peatones, especialmente en presencia de avenidas arboladas.

8.2.6.2.5. *Movilidad ciclista*

Milán aspira a lograr resultados similares a los de las otras grandes ciudades europeas en relación tanto con la calidad como con la seguridad de los viajes.

Es necesario construir una ciudad en la que el ciclista no tenga que recorrer más de unos cientos de metros de su casa para tomar un camino que le haga sentir protegido (esto vale para todas las edades) y donde andar en bicicleta sea agradable, sencillo y cómodo.

La estrategia del plan en materia de ciclismo se basa en unos ejes fundamentales y otros tantos campos de actuación. En cuanto a los elementos esenciales, se hace referencia a la inclusión de la movilidad ciclista entre las prioridades de la política de transportes, el proceso continuo de innovación, la mejora de la habitabilidad y calidad urbana, el aumento progresivo de los niveles de confort y la velocidad de los desplazamientos, a la sensación de seguridad que los usuarios deben ser capaces de percibir cuando eligen y utilizan la bicicleta como medio de transporte.

HABITABILIDAD Y CALIDAD URBANA

Cuanto más positiva sea la experiencia de moverse, más corto y ágil parecerá cada viaje, y esto aumentará el atractivo del sistema. La presencia de ciclistas en la calle, en varios momentos del día, puede contribuir a hacer las vías más animadas y seguras, más agradables para todos.

Para incrementar el número y la duración de los viajes en bicicleta es necesario también distribuir los estacionamientos y prever su ubicación en cada transformación urbana, remodelación o replanteamiento de los usos previstos del espacio público.

EL CONFORT

El plan debe adoptar aquellas medidas que con el tiempo reduzcan la imagen negativa del uso de la bicicleta: por un lado, refiriéndose al bajo nivel de percepción de seguridad que denuncian los usuarios temerosos y esporádicos, pero también a los bajos niveles de confort que ofrece la ciudad con muchas vías que no son realmente adecuadas para la difusión de la bicicleta como medio de transporte masivo, salvo que la ciudad es plana y los trayectos son relativamente cortos.

Con respecto a la red de carreteras, se hace referencia en particular a:

- Mejora y elevación de la calidad y prestaciones y requisitos reglamentarios de las vías ciclistas existentes, estén en mal estado o sean inadecuadas.
- Mejora de la calidad de las vías para la generalización de la bicicleta (retirada de adoquines cuando esta intervención sea compatible con el paisaje y el contexto histórico o mantenimiento que garantice efectivamente la coplanaridad entre las

piedras; retirada de vías de tranvía fuera de servicio; limpieza constante de la red, incluidas las vías ciclistas y otros itinerarios reservados.

En cuanto a las zonas de aparcamiento, estas son:

- Aumentar la oferta y mejorarla cualitativamente, también reemplazando los aparcabicicletas anticuados inadecuados a los nuevos estándares y cambiando los destrozados.
- Distribuir los aparcamientos de forma generalizada en la zona densamente poblada y llena de actividades, así como concentrarlos donde haya funciones y servicios de especial importancia.
- Mejorar la accesibilidad de los espacios de estacionamiento, asegurando más visibilidad y menos molestias a otros usuarios.
- Construir grandes espacios para estacionamiento de bicicletas en las principales estaciones de tren y otras atracciones importantes de movilidad, fomentando la delimitación de espacios de estacionamiento también en estructuras privadas.

VELOCIDAD DE VIAJE

La voluntad de la administración de reducir la duración de los viajes es fruto de la conciencia de que la competitividad con otros medios de transporte es uno de los factores que más convencen a los ciudadanos para pasarse a la bicicleta.

Para reducir los tiempos de viaje y aumentar la velocidad promedio, a lo largo de los principales itinerarios, debe:

- Asignar prioridad de precedencia a las intersecciones y reducir las intersecciones semaforizadas con las vías de la red local, facilitando y limitando los tiempos de cruce de intersecciones complejas y semaforizadas.
- Dar prioridad al tránsito de ciclistas en intersecciones semaforizadas, con la regulación de ondas verdes, anticipación para ciclistas de la fase de luz verde.
- Crear rutas en asiento propio o carril reservado con una sección adecuada para permitir un adelantamiento fácil y seguro entre ciclistas.
- Eliminar las situaciones de promiscuidad con peatones y vehículos cuando éstas creen condiciones precarias de seguridad, menor eficiencia y comodidad en los desplazamientos.

BICICLETAS COMPARTIDAS

La elección de la ubicación de las estaciones de bicicletas compartidas sigue algunos principios generales que se enumeran a continuación:

- Visibilidad (especialmente para usuarios ocasionales).
- Accesibilidad (tanto para los usuarios como para la reasignación de bicicletas por parte del operador).
- Capilaridad (estaciones a una distancia de no más de 300/400 metros).
- Rentabilidad de la instalación de la estación.
- Proximidad a los atractivos de la movilidad.
- Proximidad a las intersecciones de carreteras.
- Contención de la reducción de plazas de aparcamiento para vehículos de motor.
- Seguridad.

El servicio de bicicletas compartidas se amplía de 256 a 283 estaciones; que ya ha llevado la flota total de bicicletas a 4.650 unidades (bicicletas normales y de pedaleo asistido incluidas), y la superficie urbanizada a la que llega directamente el servicio del 17% al 36%.

La implementación de bicicletas eléctricas facilitan trayectos más largos para el usuario que puede elegir, si está disponible en la estación, tanto bicicletas eléctricas como normales.

E-BikeMi, el Electric Bike Sharing, es un innovador proyecto de ahorro para potenciar el uso de fuentes de energía renovables y sistemas de eficiencia energética y se integrará completamente con el sistema tradicional que amplía la oferta y calidad del servicio, dejando al usuario la elección del tipo de bicicleta a utilizar.

8.2.6.2.6. Gobernanza de la demanda de movilidad de personas y de bienes

Las políticas de gestión de la demanda de movilidad tienen como objetivo orientar los viajes hacia modos de transporte con un menor impacto ambiental, social y económico. Este es un objetivo que en áreas urbanas con alta densidad de población puede perseguirse tanto mediante un uso más intenso del transporte colectivo como mediante actuaciones que reduzcan la comodidad de los desplazamientos individuales.

Por ello, será importante apoyar la intermodalidad también a través de herramientas tecnológicas de planificación y gestión de viajes que sistematicen los distintos servicios presentes en el territorio.

8.2.6.2.6.1. Escala

La regulación y la tarificación del estacionamiento también tienen un valor financiero: la regulación del estacionamiento requiere la activación de recursos públicos y privados para la construcción y gestión de las estructuras y es, al mismo tiempo, si la tarifa

está bien regulada, un generador de recursos financieros para destinar a políticas de movilidad sostenible.

8.2.6.2.6.2. Estacionamientos de intercambio

La dotación actual de estacionamientos organizados en los estacionamientos de intercambio, equivalente a 15.800 estacionamientos, representa una modesta participación (3%) del flujo de automóviles que ingresan al conjunto del territorio municipal ya que se originaron en los municipios externos.

A estos aparcamientos, que son caros tanto en la construcción como en la gestión (en relación con el número de vehículos alojados y el correspondiente número de pasajeros transferidos al transporte público, principalmente un vehículo para un pasajero), no se les puede confiar un papel estratégico en organización de la movilidad urbana; en cambio, debe asignárseles el papel igualmente importante de apoyar y acompañar las políticas de limitación progresiva de la accesibilidad del automóvil en la ciudad. De hecho, representan, y deben seguir representando, una “última milla” eficiente, en la lógica de un movimiento que sigue siendo un automóvil. Parece esencial completar estacionamientos de intercambio adecuados en las paradas de metro en los límites de la ciudad, lo que puede permitir a los ciudadanos evaluar el transporte público como una alternativa válida y efectiva al automóvil.

8.2.6.2.7. LEZ (zona de bajas emisiones)

En Milán, así como en amplias zonas de Lombardía y del valle del Po, no se cumplen los estándares de calidad del aire en cuanto a partículas atmosféricas finas (PM10 y PM2,5), dióxido de nitrógeno y ozono.

Con referencia al inventario regional de emisiones atmosféricas para la ciudad de Milán el sector del transporte por carretera es el mayor responsable de las emisiones primarias de PM10 a la atmósfera, con una contribución porcentual igual al 64%.

También hay que considerar que, la mejora progresiva de los motores determina una drástica reducción de las emisiones de escape para los vehículos más recientes, mientras que obviamente la fracción de emisiones de partículas por fricción es sustancialmente proporcional al recorrido del vehículo.

Las líneas de actuación que tiene en cuenta el PUMS para abordar directamente los impactos provocados por las emisiones del tráfico de contaminantes a la atmósfera se refieren a:

- La fuerte coordinación entre las políticas sectoriales adoptadas a escala regional y la políticas locales que pueden ser adoptadas por Milán y la Ciudad Metropolitana.

- La mejora de la capacidad de control de las medidas implantadas, en primer lugar las previstas por el Plan Regional de Intervenciones para la Calidad del Aire (PRIA).
- La adopción de intervenciones específicas para el control de la circulación de los vehículos más contaminantes, mediante la prohibición de circulación de los mismos en determinados ámbitos territoriales o mediante la adopción de tarifas diferenciales.
- La adopción de incentivos económicos para la sustitución de los vehículos más contaminantes.

El PMUS identifica la creación de una Baja como plan de actuación prioritario en este ámbito, Zona de Emisión (LEZ) 68, ubicada cerca del límite municipal pero dentro del anillo vial, caracterizada por:

- El establecimiento de una Zona de Circulación Limitada en correspondencia con los límites de la "ZBE", único instrumento que a la fecha permite la adopción de medidas estructurales para regular el acceso y tránsito vehicular y la instalación de portones electrónicos que permitan el control automático del cumplimiento de las reglas adoptadas.
- La definición de un sistema coherente de normas, que incorpore y amplíe la regulación del tráfico vehicular adoptada por la Región de Lombardía, según las clases de emisión Euro, que permita un control efectivo sobre el término municipal de Milán.
- La ZTL "LEZ" en el límite municipal será una oportunidad para una revisión integral y simplificación de la regulación municipal de circulación de vehículos industriales pesados, con la unificación dentro de esta área de las normas vigentes, y adopción de normas específicas para categorías de vehículos.
- Controlar la aplicación de limitaciones según normas de emisión a través de medidas que incorporen o amplíen los límites ambientales previstos por el Decreto Regional en la zona crítica de la Región de Lombardía.

8.2.6.2.8. *Servicios de movilidad compartida e innovación*

Con el fin de fomentar el desarrollo de los servicios de movilidad compartida, se prevé la creación de "Áreas de Movilidad", identificadas como lugares específicos donde el usuario puede encontrar todo tipo de servicios compartidos presentes en el territorio del Municipio de Milán, que tienen las siguientes características: proximidad a la red de transporte público; uniformidad de distribución en todo el territorio, favoreciendo áreas con baja demanda de LPT y/o áreas con bajo servicio de LPT; integración con otros servicios de movilidad sostenible presentes en el territorio del Municipio de Milán.

8.2.6.2.8.1. *Coche compartido*

La innovación más significativa de los servicios de carsharing de los últimos años se presentó en 2013, con la puesta en marcha de los servicios de aparcamiento unidireccional/gratuito y retirada bajo demanda sin reserva, activos en un área operativa correspondiente al área edificada.

En términos generales, el *carsharing* representa sin duda una innovación que puede producir efectos positivos directos sobre la necesidad de aparcamiento, sobre el uso real del coche (consecuencia de la mayor percepción del coste de un solo trayecto), sobre el ruido y las emisiones atmosféricas y sobre la congestión del tráfico de automóviles.

Para ampliar la oferta de servicios compartidos y su complementariedad con el sistema de transporte público, es deseable que las estaciones y paradas del Servicio Regional Ferroviario, ubicadas tanto en el Municipio de Milán como en los municipios de la Ciudad Metropolitana, estén equipadas con estos servicios, con especial atención al carsharing de propulsión eléctrica, acompañado de la construcción de puntos de recarga públicos.

La extensión de los servicios de free flow sharing en todo el territorio debe ir acompañada también de la extensión de la red de recarga eléctrica, favoreciendo en primer lugar los nodos de intercambio (estaciones de tren y metro) y ampliando la gama de tipos de vehículos (eléctricos híbridos ligeros y de dos ruedas).

8.2.6.2.8.2. *Movilidad eléctrica*

Si bien la tecnología relacionada con los vehículos eléctricos parece estar madura, persisten algunos problemas que ralentizan su difusión en el mercado: altos costos; baja densidad de energía; el peso excesivo de las baterías; tiempos de carga.

Se puede contemplar una acción territorial destinada a ampliar de forma experimental, por un período limitado, el beneficio del estacionamiento gratuito, actualmente otorgado solo para vehículos con propulsión totalmente eléctrica, también a vehículos híbridos con emisiones de CO₂ <50 mg/km a recarga externa.

Con el fin de permitir un adecuado desarrollo de la movilidad eléctrica, en consonancia con los objetivos marcados por la Unión Europea para 2030, que en el contexto del transporte urbano prevé reducir a la mitad el uso de automóviles "alimentados con combustibles tradicionales" para 2030 y eliminarlo por completo para 2050.

Será importante acompañar las distintas actuaciones de nuevas medidas para fomentar el uso de vehículos eléctricos/híbridos que complementen a los ya existentes (exención del importe del acceso a la Zona C, aparcamiento gratuito en zonas de pago y

zonas reservadas para residentes): por ejemplo, así como aumentar progresivamente las medidas de limitación y obstaculización de los vehículos con un fuerte impacto ambiental, hasta, para determinadas zonas, el estacionamiento reservado a los vehículos eléctricos. Para lograr una mayor efectividad, será importante buscar la armonización de las políticas regulatorias en toda el área metropolitana.

SENSIBILIZACIÓN DE FUTUROS USUARIOS

El plan contempla el establecimiento de políticas de comunicación para el fomento de la movilidad sostenible de los niños de entre 15 y 25 años, también en colaboración con las autoescuelas presentes en la zona, con el objetivo de sensibilizar a los futuros neolicenciados sobre los problemas del aire, la contaminación y, al mismo tiempo, incentivar el uso de estos vehículos, a través de servicios ecosostenibles de coche compartido. (Comune di Milano 2018)

8.2.7. Eslovenia

8.2.7.1. Plan de movilidad urbana sostenible de la región urbana de Liubliana

8.2.7.1.1. Pilares de la movilidad sostenible

8.2.7.1.1.1. Pilar nº 1: caminar y usar la bicicleta

El ciclismo entre los centros municipales en la LUR (Región Urbana de Liubliana) tiene un gran potencial, porque la mayoría de la población vive en las partes planas de la región y las distancias entre los asentamientos son relativamente pequeñas. La bicicleta es una opción particularmente atractiva, especialmente en las horas pico de la mañana y la tarde, porque debido a la congestión vial, la velocidad de viaje de una bicicleta y un automóvil no es tan diferente.

Sin embargo, el desarrollo del ciclismo cotidiano depende del desarrollo de una infraestructura ciclista.

EL SISTEMA DE ALQUILER DE BICICLETAS BICIKELJ EN EL MOL

En el MOL (Ciudad de Liubliana) se ha establecido un sistema de alquiler de bicicletas denominado BicikeLJ que actualmente opera en 58 estaciones con 580 bicicletas en alquiler.

Es un servicio de bicicletas compartidas dentro de la ciudad y tiene un impacto significativo a nivel regional, porque permite la combinación de transporte público regional y bicicletas. Por lo tanto, las personas que llegan al MOL en transporte público regional pueden moverse por el MOL utilizando una bicicleta alquilada; los sistemas están

conectados con la Tarjeta URBANA City que integra los servicios de la ciudad y algunos municipios suburbanos.

OBJETIVO ESTRATÉGICO N°1: BUENAS CONEXIONES CON LA RED DE RUTAS CICLISTAS

La condición básica para el ciclismo en la LUR es una red adecuada de rutas ciclistas. La infraestructura recientemente establecida permitirá el ciclismo a nivel regional, mientras que el desarrollo de una red segura y cómoda de rutas ciclistas existentes debe continuar para lograr un cambio importante en los hábitos de viaje de los residentes de la región.

En la LUR se completará una red ampliada de rutas ciclistas previstas por el estado (nacionales, principales y autonómicas). Conectará las ciudades y pueblos más grandes.

La tecnología moderna trae nuevos desafíos. El ciclismo está cambiando rápidamente debido al uso de bicicletas eléctricas. Estos permiten una conducción más rápida y ciclismo de larga distancia, lo cual es crucial en términos de movilidad a nivel regional. Las bicicletas eléctricas también permiten ir en bicicleta a las personas mayores, que son un grupo importante de usuarios de la vía. La infraestructura ciclista debe adaptarse al creciente número de bicicletas eléctricas. Además de otras medidas, esto incluye la ampliación de la infraestructura ciclista y la eliminación de rampas cortas.

OBJETIVO ESTRATÉGICO N°2: MAYOR PORCENTAJE DE DESPLAZAMIENTOS REALIZADOS EN BICICLETA

Para un mayor porcentaje de desplazamientos en bicicleta, es fundamental permitir la combinación de transporte de viajeros en bicicleta y ferroviario, así como fomentar el uso de bicicletas eléctricas.

Las bicicletas compiten en tiempo con los automóviles cuando éstos están atrapados en atascos de tráfico, lo cual es típico en las horas pico, y cuando el uso de bicicletas se puede combinar con viajes en tren. Al mismo tiempo, es posible alcanzar velocidades más altas con bicicletas eléctricas, lo que es comparable con viajar en automóvil durante las horas pico también sin el uso de un tren. Por ello, se prestará especial atención a la promoción del uso de la bicicleta eléctrica y al fomento de la combinación del uso de la bicicleta y el tren.

OBJETIVO ESTRATÉGICO N°3: MEJORA DE PUNTOS INTERMODALE PARA PEATONES Y CICLISTAS

En los puntos intermodales es necesario mejorar las condiciones para el uso combinado de la bicicleta y el transporte público. Esto incluye varias formas de combinar el uso de bicicletas y trenes: ya sea que las personas traigan su propia bicicleta de casa a la estación de entrada, donde puede estacionarla, o que lleven una bicicleta plegable u ordinaria en el tren o autobús y luego viajen con ella a su destino. Otra opción es la combinación de ir a la estación de tren en bicicleta de alquiler, viajar en tren y continuar el viaje en bicicleta de alquiler en otro municipio.

8.2.7.1.1.2. Pilar n° 2: transporte público

El transporte público, representado por el transporte de pasajeros por autobús y ferrocarril, tiene el mayor potencial para el desarrollo de la movilidad sostenible en la LUR. Un análisis de la accesibilidad del centro de la ciudad de Liubliana con todos los modos de transporte público en la LUR ha demostrado que está relativamente bien cubierta por transporte público.

A pesar de la buena cobertura con paradas de transporte público, se ha producido un descenso en el número de viajes realizados en autobús y tren en los últimos años. El alcance de los transportes interurbanos y urbanos en autobús, así como el transporte por tren, está disminuyendo año tras año.

En las conexiones interurbanas e interregionales, el transporte público sigue siendo lento, la frecuencia no es suficiente, es imprescindible en cuanto a tiempo y poco competitivo con el tráfico de automóviles en términos de precios. La proporción de personas que utilizan el transporte público para sus necesidades diarias de viaje alcanza aproximadamente el 8%. Los usuarios de los servicios de transporte público de viajeros son, por regla general, los titulares de billetes de abono (alumnos de primaria, secundaria y estudiantes) o residentes en la LUR y otras regiones que no tienen la opción de utilizar un automóvil.

AMPLIACIÓN DE LAS LÍNEAS DE LPP

Con la ampliación de las líneas urbanas LPP (empresa de transporte público Ljubljanski potniški promet, doo) en los municipios de LUR, la capacidad y la frecuencia de las conexiones de autobús han aumentado. Un ejemplo de una buena práctica es el Municipio de Grosuplje que, junto con LPP y MZI (Ministerio de Infraestructura), unió el transporte escolar con las líneas regulares y, por lo tanto, extendió la línea de la ciudad de

LPP a la suburbana, a Grosuplje. Así, con un mínimo incremento de costes, han mejorado mucho la calidad de los servicios de transporte público.

NUEVOS VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO

En el pasado, la LPP ha invertido muchos recursos en la compra de vehículos nuevos y cómodos y en la introducción de combustibles alternativos para los autobuses urbanos. Todos los autobuses de LPP son climatizados, de suelo bajo, con áreas para personas con discapacidad, cumplen con los más altos estándares de EURO 5 y EURO 6, más de un tercio funcionan con gas natural comprimido y están previstas nuevas inversiones y compras.

La modernización prevista de la flota de trenes de pasajeros también supondrá una importante contribución al transporte regional de pasajeros.

OBJETIVO ESTRATÉGICO Nº 4: MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO

En el ámbito del transporte por autobús, el MOL comenzó con la introducción paulatina de carriles separados para el transporte público, que han mejorado la velocidad de los viajes en autobús dentro del centro de la ciudad. El proceso debe continuar más allá de la región, donde la velocidad del transporte público durante las horas pico ha demostrado ser crucial para el atractivo del mismo.

Del mismo modo, es necesario introducir buenas prácticas también en la regulación de intersecciones y automatización de la señalización, que da prioridad a los vehículos de transporte público.

Deben lograrse mejores condiciones para combinar varios modos de viaje; por ello, es necesario continuar con la construcción de una red P+R, zonas de estacionamiento de bicicletas en las inmediaciones de las estaciones y paradas, y posibilitar cambios más fáciles entre los distintos sistemas de transporte público, donde se deben tener en cuenta las necesidades de los pasajeros. La clave para el funcionamiento de todo el sistema de transporte público en la región es una renovación completa del eje ferroviario de Liubliana y la estación central de autobuses, la renovación de las líneas ferroviarias existentes y la construcción de nuevas líneas para el transporte de pasajeros que aumentará la calidad de los servicios de pasajeros de trenes y autobuses y reducirá los tiempos de viaje de los vehículos de transporte público.

8.2.7.1.1.3. *Pilar nº3: transporte motorizado*

Los desplazamientos diarios son más evidentes en las direcciones de la red de autopistas. Las grandes inversiones en infraestructura vial y la construcción y finalización de la red de autopistas con el anillo de autopistas de Liubliana tuvieron un gran impacto en el patrón de asentamiento (suburbanización, asentamientos dispersos) y los desplazamientos diarios relacionados a centros de empleo más grandes. Dichos desplazamientos también se ven estimulados por el actual método de pago por el uso de las autopistas (el sistema de viñetas no se basa en que quien contamina pague ni que el peaje se pague en función de la distancia real recorrida) y la regulación del sistema de reembolso por los gastos de transporte al trabajo.

La situación del tráfico está estrechamente relacionada y es interdependiente en muchas áreas. La construcción de nuevas carreteras y carriles adicionales para hacer frente a la congestión es una medida menos exitosa y, sobre todo, a corto plazo, porque las nuevas carreteras y los carriles adicionales alientan aún más a las personas a usar automóviles. El problema se repite en más carriles y con más vehículos.

Con la práctica de construir carreteras de circunvalación como la primera opción, y quizás no la más racional, justificada o sensata, especialmente en ausencia de mejoras en la infraestructura de los ferrocarriles u otras formas de transporte público, no sorprende que la mayoría de la población de la región todavía ve la solución a los problemas de congestión y tráfico en la construcción de variantes alrededor de las ciudades y la ampliación del anillo de autopistas.

La política de estacionamiento y la planificación de las zonas de aparcamiento tiene un gran impacto en el reparto modal. Como muestra la práctica, un gran impacto en la selección de un automóvil como medio de transporte principal es si existe la posibilidad de estacionar en el destino; cuanto menor sea la posibilidad de que el usuario estacione en el destino (por ejemplo, restricciones de espacio, tarifa de estacionamiento), más posibilidades habrá de que utilice un modo de transporte alternativo para su viaje.

FINALIZACIÓN DEL ANILLO DE LA AUTOPISTA

A pesar de algunas consecuencias negativas, como los efectos sobre la liquidación o el incentivo para más viajes en vehículos de motor, la construcción y finalización del anillo de autopistas es un importante proyecto nacional que ha permitido buenas conexiones y, por lo tanto, ha estimulado el desarrollo económico y nuevos puestos de trabajo, lo que ha influido en gran medida en el desarrollo de toda la LUR.

CIERRE DE LOS CENTROS URBANO PARA EL TRÁFICO DE AUTOMÓVILES

La introducción de zonas especiales libres de tráfico debido al establecimiento de una infraestructura de movilidad sostenible es una tendencia cada vez más presente también en los asentamientos LUR. Los municipios se plantean la regulación de la calidad del espacio público también a costa del tráfico o la eliminación de plazas de aparcamiento. Con una transformación completa del centro de la ciudad para satisfacer las necesidades de los peatones y ciclistas.

La finalización del anillo interior, construcción de estacionamientos, restricción de entrega al centro de la ciudad, ampliación del área de estacionamiento de pago, ampliación de la oferta de LPP a los municipios vecinos y reducción del número de estacionamientos en las calles. han permitido que hoy, 12 ha de modernas calles pavimentadas estén destinadas principalmente a peatones y ciclistas.

COMPARTIR COCHE ELÉCTRICO

El servicio Avant2Go es un servicio de compartir coches exclusivamente eléctricos, que se introdujo por primera vez en el MOL y ahora se está extendiendo a la LUR y otras ciudades eslovenas. Se trata de un autoservicio de alquiler de coches eléctricos en ubicaciones predeterminadas, y es un alquiler de vehículos a corto plazo.

OBJETIVO ESTRATÉGICO Nº 5: TRÁFICO DE AUTOMÓVILES OPTIMIZADO

En el pasado, las inversiones en infraestructura mejorada se basaban en gran medida en la construcción de infraestructura vial. Las autopistas conectaron varias partes de Eslovenia y facilitaron el desarrollo económico, pero también dieron lugar a un aumento de la suburbanización y los flujos de viajeros. La experiencia de las ciudades europeas demuestra que no tiene sentido seguir el crecimiento de la motorización con la construcción de nueva infraestructura y la ampliación de la existente. Estas soluciones mejoran la situación y reducen las congestiones solo a corto plazo.

Con el tiempo, debido a la mejora de las condiciones, el número de vehículos aumenta aún más y reaparecen las congestiones; esta vez con un número aún mayor de vehículos y carriles.

OBJETIVO ESTRATÉGICO Nº 6: MÁS SEGURIDAD Y MENOS CONTAMINACIÓN DE LAS CIUDADES CON EMISIONES Y RUIDO

Los municipios y la región proporcionarán una infraestructura segura en las carreteras municipales y estatales en cooperación con el estado.

Además de la seguridad, los municipios y la región trabajarán para neutralizar en la medida de lo posible los efectos nocivos del tráfico, como la exposición de los vecinos a un ruido excesivo o la contaminación con partículas duras y óxidos de nitrógeno. Por ello, reducirán la velocidad en las localidades con diversas medidas, consiguiendo así menores niveles de ruidos y emisiones, y seguirán impulsando el incremento del uso de vehículos eléctricos y de gas (GNC y GLP).

8.2.7.1.1.4. Planificación de la movilidad sostenible

El objetivo de la planificación de la movilidad sostenible es la movilidad sostenible para todos, e incluye el desarrollo equilibrado y la integración de varios modos de transporte, proporcionando una buena seguridad en el transporte, optimizando la eficiencia del sistema de transporte y, por tanto, reduciendo la contaminación atmosférica y acústica, así como aumentando el atractivo de la zona, lo que se traduce en una mayor calidad de vida.

Los municipios que se han comprometido a avanzar hacia una movilidad más sostenible con la elaboración del PMUS municipal ven la oportunidad en la mejora del transporte público a nivel regional o más amplio.

La conexión ya se da en forma vertical (por ejemplo, entre el estado y los municipios, en la asignación y diseño de intervenciones en el espacio) y horizontal (por ejemplo, entre agencias gubernamentales, intermunicipalmente y a nivel local entre varias áreas).

EL COMITÉ COORDIADOR DE TRANSPORTE PÚBLICO

Un paso importante en el desarrollo del transporte público en la LUR fue el establecimiento del Comité Coordinador de Transporte Público en 2012. Su tarea principal es coordinar el desarrollo del transporte público en la LUR y representar a la región en las negociaciones con el estado, los proveedores de transporte, regiones vecinas y otras partes interesadas en el campo del transporte público de pasajeros.

ELABORACIÓN DE LOS PMUS LOCALES

En la preparación de los PMUS locales, la participación pública fue alta y algunos municipios continúan con la práctica de participación pública en la preparación de proyectos de transporte: están involucrando a los residentes locales en el proceso de planificación de medidas en el campo del transporte, como la creación de nuevas áreas o conexiones para peatones y ciclistas, o cierre de calles para el tráfico de automóviles.

OBJETIVO ESTRATÉGICO N° 7: UNA GESTIÓN MÁS COHERENTE Y FOCALIZADA EN VARIOS NIVELES (HORIZONTAL Y VERTICAL)

La eficacia de la gestión debe mejorarse a través de una acción más coordinada en varios niveles: verticalmente (desde el nivel local al nacional) y en todos los niveles también horizontalmente (cooperación entre municipios, entre regiones, entre ministerios). La acción coordinada significa una concertación bien informada y periódica sobre proyectos y trabajos conjuntos.

A través de una gestión de la movilidad coordinada y dirigida, se optimizan los costos del trabajo administrativo, se acortan los procedimientos, facilitación la comunicación mutua y se aprovecha mejor el personal profesional existente.

El acuerdo de prioridades y la definición de objetivos comunes en el desarrollo de la movilidad debe ser el punto de partida para que las medidas se implementen de forma coherente en la práctica. Es necesario brindar buenas oportunidades y condiciones para el desarrollo de todas las formas de modalidades, especialmente el desarrollo del transporte público como pilar clave de la movilidad sostenible. El establecimiento de objetivos comunes debe incluir las necesidades en varios niveles, incluido el nivel regional.

OBJETIVO ESTRATÉGICO N° 8: PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE COORDINADA ENTRE VARIOS ÁMBITOS (TRANSPORTE, ESPACIAL, ECONÓMICO, ETC.)

Para posibilitar una planificación eficaz a nivel regional, además de conectar los niveles verticales, es fundamental garantizar la interrelación de la planificación espacial y de la movilidad con las políticas de vivienda y empleo. Deben continuar los esfuerzos para lograr un desarrollo equilibrado del asentamiento en relación con el desarrollo de las actividades sociales y de servicios, así como las medidas para mejorar la situación en el campo de la movilidad con el fin de establecer un sistema equilibrado policéntrico de asentamientos alrededor de la metrópoli, se deben proporcionar elementos adicionales de infraestructura social en asentamientos individuales de acuerdo con la función de asentamiento en el sistema urbano policéntrico.

Las oportunidades para mejorar la conexión entre la planificación espacial y la movilidad son más evidentes en la preparación adecuada del RSP (Plan Territorial Regional), que se adoptará para 2023. Como parte de la preparación del RSP, los intereses del desarrollo del transporte con otros intereses de desarrollo a nivel de la región debe armonizarse.

La dirección de las actividades en el espacio debe estar en línea con el concepto a largo plazo de la movilidad sostenible, de manera que se aseguren las condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades (por ejemplo, la planificación simultánea del desarrollo de las actividades y la garantía de la accesibilidad al transporte público de pasajeros).

Por último, la creación del PMUS regional es una de las medidas más importantes para una movilidad más sostenible en la región.

Luego de la adopción del PMUS LUR, será necesario asegurar su implementación, así como seguir el objetivo de que los municipios que aún no han elaborado su PMUS municipal lo hagan a la brevedad.

OBJETIVOS ESTRATÉGICO N° 9: MEJORAR LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO Y USO RACIONAL DE LOS RECURSOS

Para implementar de manera más efectiva todas las acciones en las diversas áreas de la movilidad, los fondos disponibles para la construcción de infraestructura deben aumentar significativamente y los programas relacionados con la movilidad sostenible deben expandirse. Los medios para implementar estas medidas deben ser provistos en el presupuesto nacional y a través de varios programas internacionales.

Debe prestarse especial atención a los recursos financieros para la implementación de medidas blandas de movilidad sostenible, por ejemplo, el aumento en el uso del transporte público, donde los incentivos económicos, como subsidios para empleadores o usuarios, también deben incluirse entre las medidas blandas. (RRA LUR, LUZ, ZRC SAZU, PIL, IPoP 2019)

8.2.8. Polonia

Según un artículo de la web “Eltis” (Köllinger 2022), entre el 24 de marzo y el 22 de abril de 2022, las ciudades medianas de Polonia pudieron solicitar cofinanciación para desarrollar sus Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). El Ministerio de Fondos y Política Regional ha creado un programa de 8 millones de zlotys, que será gestionado por el Centro de Proyectos de Transporte de la UE.

En su comunicación para anunciar el lanzamiento del programa, el ministerio destacó que un PMUS bien estructurado y realizado es clave para el desarrollo de la movilidad sostenible en las ciudades, además de ser importante para mejorar la calidad del espacio urbano.

Polonia ya ha puesto en marcha otras medidas de apoyo para fomentar la adopción de los PMUS en el país, como la celebración de talleres centrados en ejemplos de buenas prácticas y el asesoramiento directo a las ciudades. El ministro de Fondos y Política Regional, Grzegorz Puda, ha declarado que su ministerio seguirá *"apoyando las inversiones en transporte colectivo moderno y de bajas emisiones con fondos europeos. Estamos lanzando la contratación para la financiación del PMUS en el marco del Programa de Infraestructuras y Medio Ambiente"*.

La situación en Polonia es un poco parecida a la de Lituania, ya que la mayoría de las ciudades no cuentan con un PMUS, sino que algunas de ellas tienen un Plan de Transporte Urbano.

Una ciudad que destaca en este aspecto y que sí cuenta con un PMUS, es Gdynia, que fue galardonada en 2021 por los Premios CIVITAS por enfoques sostenibles a la movilidad urbana y que sirve de ejemplo para el resto de ciudades polacas.

A continuación, se aborda cómo es el PMUS de Gdynia.

8.2.8.1. Gdynia

8.2.8.1.1. Introducción

Desde que en 2004 se unió a su primer proyecto CIVITAS, Gdynia ha incorporado varias medidas y políticas de movilidad. Esto ha influido en la creación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad, así como en la implementación de nuevos carriles para autobuses, bicicletas eléctricas, zonas peatonales, trolebuses y autobuses limpios, campañas de movilidad, gestión de datos y mucho más.

8.2.8.1.2. PMUS de la ciudad de Gdynia

Los objetivos principales que se llevaron a cabo para la elaboración del PMUS fueron los siguientes:

- Participación de las partes interesadas y los ciudadanos.
- Elaboración del SUTP (Plan de Transporte Urbano Sostenible) para Gdynia en el marco del proyecto BUSTRIP financiado por la Unión Europea en 2009, pero no llegó a ser aprobado por el Ayuntamiento.
- Unión del SUTP de BUSTRIP (2009) junto al Plan de Transporte (2014), BYPAD (2014) y otros, completados, desarrollados, actualizados y aprobados.

Del enlace de estos documentos nacería así el nuevo Plan de Movilidad Urbana Sostenible para 2015-2025.

8.2.8.1.3. Aproximación al PMUS de Gdynia

El Plan se divide en cuatro aspectos fundamentales que se detallan a continuación con sus principales características. Es un plan dinámico, avanzado, interactivo y dinámico.

- Autoevaluación.
- Identificación de las partes interesadas y puesta a punto de grupos de trabajo.
- Se formuló una estrategia a largo plazo (2015-2025).
- Plan de acción a corto plazo.
- Monitoreo y evaluación constante.
- Uso de *web 2.0* y de la *Plataforma Mobility 2.0* (donde se realizan las encuestas a los ciudadanos).
- Uso de herramientas ITS de nivel 3 para el nivel del modelo de transporte para analizar el PMUS.
- Participación social y consultas públicas.
- Reuniones con las partes interesadas.
- Investigación de mercado compleja.
- Proyectos de investigación social.
- Comunicación multidireccional de la web 2.0.
- “*Living Lab*” para BSR.

8.2.8.1.4. Investigación de mercados compleja

Se han realizado una serie de investigaciones primarias que se han ido actualizando de manera anual para poner de manifiesto las carencias más importantes que tiene la ciudad.

Se han investigado las preferencias y el comportamiento del transporte de los ciudadanos (cada 2-3 años, con una muestra aleatoria del 1% de la población de 16 a 70 años); las preferencias y comportamiento del transporte de los alumnos en escuelas secundarias; así mismo, una investigación sobre posibles mejoras de tráfico en las principales calles en la parte central de la ciudad (tres calles separadas, cuestionario electrónico y se han recopilado entre 1.800 y 2.700 respuestas para cada calle); otra investigación sobre el volumen de tráfico y su estructura en las principales calles en la parte central de Gdynia y por último, se ha realizado una investigación constante sobre la calidad (es decir, puntualidad, regularidad), demanda y rentabilidad de líneas particulares, venta de billetes, etc.

8.2.8.1.5. Autoevaluación: uso del cuestionario ADVANCE

La metodología de evaluación de la calidad de la planificación del desarrollo de la movilidad se ha llevado a cabo dentro del proyecto *ADVANCE*, el cual consta de doce

partes interesadas que representan a la Administración de Gdynia, urbanistas, autoridades de transporte y puertos, operadores y policía. Se evalúan los aspectos particulares en el Área de Misión y el Área de Actividad.

- Área de Misión. Tiene un resultado promedio de 2,4/4.
 - Fortalezas: visión, marco regional/nacional, política de apoyo.
 - Debilidades: cooperación interna, evaluación.
- Área de Actividad: Tiene una puntuación media de 1,7/4.
 - Puntos fuertes: calidad del transporte público.
 - Debilidades: gestión de aparcamientos, transporte de mercancías, reducción del tráfico de coches.

8.2.8.1.6. Objetivos estratégicos y operativos

- Espacio urbano atractivo y seguro:
 - Mejora de las condiciones para los peatones.
 - Mejora de la accesibilidad para las personas con movilidad reducida.
 - Mejora de las condiciones de los ciclistas.
 - Mejora de la calidad del espacio público.
- Sistema de transporte seguro y eficiente:
 - Planificación integrada del transporte y el sistema de movilidad a nivel metropolitano.
 - Desarrollo del sistema de gestión del tráfico con ITS.
 - Desarrollo de un transporte público competitivo.
 - Aumento de la cuota de vehículos de bajas emisiones.
- Elecciones racionales de transporte:
 - Educación y crianza.
 - Optimización de las necesidades de transporte.
 - Hacer la movilidad más sostenible en los distritos.
 - Desarrollo de nuevos servicios de movilidad.
- Transporte de mercancías efectivo:
 - Mejora de la accesibilidad al puerto.
 - Creación de un sistema efectivo y sostenible de distribución urbana.
 - Apoyar nuevas tecnologías y soluciones de organización para transporte de mercancías.

8.2.8.1.7. *Inclusión de las partes interesadas y los ciudadanos en el proceso de planificación*

Se suelen realizar reuniones con grupos de las partes interesadas y ciudadanos. Al mismo tiempo se llevan a cabo investigaciones sobre preferencias y comportamientos de transporte como forma de consultas sociales (entrevista interna con casi 2.000 encuestados).

También se hacen talleres y consultas a los ciudadanos para conocer de primera mano sus intereses, así como autoevaluaciones y cuestionarios de prioridades a través de la plataforma *Mobility 2.0* y de Facebook. (CIVITAS 2021)

8.2.8.1.8. *Próximos pasos*

- Consultas y aceptación de actividades para el documento del PMUS.
- Selección de indicadores para seguimiento y evaluación.
- Preparación del plan de acción a corto plazo para el PMUS.
- Consultas y aceptación del plan de acción.
- Versión de trabajo del PMUS.
- Consultas con las partes interesadas y los ciudadanos.
- Aprobación del PMUS.

8.2.9. *Estonia, Letonia y Lituania*

En este apartado se engloban los tres países pertenecientes al noreste de Europa, ya que propiamente no tienen un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS).

Actualmente, se encuentran en proceso de creación de un plan que pueda llevarse a cabo con éxito para la movilidad futura de cada país, así como ver cómo reacciona la población ante las posibles fases experimentales que se puedan introducir.

Los principales puntos a tratar son los mismos que ya tienen implantados o están en ello otros países de la Unión Europea, como puede ser la introducción de la gestión del tráfico inteligente, implantar poco a poco vehículos eléctricos, fomentar el uso de la bicicleta, adaptar las ciudades a sus habitantes reduciendo así las distancias, mejorar el transporte público e intentar reducir los viajes en vehículo privado, así como otras medidas que van en relación con el tema de movilidad sostenible.

Hasta ahora, se están realizando diversos estudios e investigaciones en relación a los problemas que presentan las ciudades más importantes de cada país como son Riga, Vilna, Kaunas y Tallin. Una vez que se hayan puesto de manifiesto los principales problemas que presenta cada ciudad, es importante ponerlo de manifiesto tanto a las Administraciones como a los ciudadanos para poder contar con su opinión.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración Técnica y Ambiental, Municipio de Copenhague. 2015. «Itera.» *Itera - Make a difference*. Abril. Último acceso: 29 de Enero de 2022. https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1199_Lh55xLxhDH.pdf.
- Akrma Ali, Mohammad, y Asim Farooq. 2015. «ITS and Traffic Control System of Munich: Technical Measures and Benefits.» *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, Volume 14, N° 2* 219-232.
- Almería Ciudad. 2023. *El Ayuntamiento reducirá los precios del autobús urbano un 50% para todos los abonos y tarjetas*. Almería, 5 de Enero.
- Antoniou, Constantinos, Pantelis Kopelias, y Fanis Papadimitriou. 2010. «Active Traffic Management Applications in Greece. The Case of Attica Tollway.» *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. Madeira : Proceedings. 237-242.
- Ayuntamiento de Almería. 2019. *Almería Ciudad*. 17 de Julio. Último acceso: 26 de Septiembre de 2022. <https://almeriaciudad.es/el-alcalde-visita-la-nueva-sala-de-control-de-traffic-que-con-ultima-tecnologia-mejorara-la-movilidad-urbana-y-ofrecera-mayor-seguridad/>.
- Bardal, Kjerst Granås, Arild Gjertsen, y Mathias Brynildsen Reinart. 2020. «Sustainable mobility: Policy design and implementation in three Norwegian cities.» *Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 82*.
- Brilon, W., y T. Wietholt. 2013. «Experiences with Adaptive Signal Control in Germany.» *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, N° 2356* 9-16.
- Cepeliauskaite, Gabriele, Benno Keppner, Zivile Simkute, Zaneta Stasiskiene, Leon Leuser, Ieva Kalnina, Nika Kotovica, Janis Andinš, y Marek Muiste. 2021. «Smart-Mobility Services for Climate Mitigation in Urban Areas: Case Studies of Baltic Countries and Germany.» *Sustainability 2021, Volume 13*.
- CIVITAS. 2021. *EYS Municipales*. 27 de Octubre. Último acceso: 9 de Septiembre de 2022. <https://www.eysmunicipales.es/actualidad/tres-ciudades-de-italia-alemania-y-polonia-ganan-los-premios-de-movilidad-mas-importantes-de-europa>.
- Comune di Milano. 2018. «Comune di Milano.» *Comune di Milano Web site*. 12 de Noviembre. Último acceso: 16 de Febrero de 2022.

<https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/mobilita/pianificazione-mobilita/piano-urbano-della-mobilita>.

De Koning, R.E., Akkelies Van Nes, Yu Ye, y H.J. Roald. 2017. «Strategies for integrated densification with urban qualities. Combining Space Syntax with building density, land usage, public transport and property rights in Bergen city.» *Proceedings of the 11th International Space Syntax Symposium (SSS 2017)* 56.1-56.17.

Department for Transport. 2009. *Integration of Pedestrian Traffic Signal Control within SCOOT-UTC Systems*. Folleto de advertencia, West Yorkshire: Published by the Department for Transport.

Department of Transport. 2009. *Integration of Pedestrian Traffic Signal Control within SCOOT-UTC Systems*. Traffic Advisory Leaflet, Wetherby: Department of Transport.

Department of Transport, Tourism and Sport. 2019. «gov.ie.» *Government of Ireland*. 10 de Julio. Último acceso: 13 de Marzo de 2022. <https://assets.gov.ie/40255/8065afb8628741a49a1ada8aacadfbe5.pdf>.

Dhaou, Imed Ben. 2021. «A Secure IoT-enabled Sensor Node for Traffic Light Management and Level of Service Computation.» *18th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices*. Monastir: IEEE. 644-648.

Ess, Juri, y Dago Antov. 2016. «Unified Methodology for Estimating Efficiency of Traffic Calming Measures - Example of Estonia.» *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, Vol. 11* 259-265.

Fabre-Landry, Aurore, y Julien Solé. 2021. *Autonomy*. 15 de Julio. Último acceso: 13 de Junio de 2022. <https://www.autonomy.paris/vve-a-tool-to-kickstart-the-ecomobility-transition-of-communities/>.

Gardner, Kevin, Chris D'Souza, Nick Hounsell, Birendra Shrestha, y David Bretherton. 2009. *Interaction of Buses and Signals at Road Crossings. Deliverable 1. Review of Bus Priority at Traffic Signals around the World*. Informe, UITP. Bus Committee.

Gebhardt, Laura, Daniel Krajzewicz, Rebekka Oostendorp, Mirko Goletz, Konstantin Greger, Matthias Klötzke, Peter Wagner, y Dirk Heinrichs. 2016. «Intermodal urban mobility: users, uses, and use cases.» *Transportation Research Procedia, Volume 14* 1183-1192.

- Goodall, Noah J, Brian L. Smith, y Byungkyu (Brian) Park. 2013. «Traffic Signal Control with Connected Vehicles.» *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Nº 2381 65-72.
- Görmer, Jana, Jan Fabian Ehmke, Maksims Fiosins, Daniel Schmidt, Henrik Schumacher, y Hugues Tchouankem. 2011. «Decision Support for Dynamic City Traffic Management Using Vehicular Communication.» *Proceedings of 1st International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications*. Noordwijkerhout: SCITEPRESS (Science and Technology Publications, Lda.). 327-332.
- IT on the road. 2016. *HÅNDBOG, VEJSIGNALER, TILLÆG OM TRAFIKSIGNALREGULERING AF LETBANER*. Copenhagen, Abril.
- Kilani, Moez, Ngagne Diop, y Daniel De Wolf. 2022. «A multimodal transport model to evaluate transport policies in the North of France.» *Sustainability 2022, Volume 14*.
- Köllinger, Claus. 2022. *Eltis*. 28 de Marzo. Último acceso: 9 de Septiembre de 2022. <https://www.eltis.org/in-brief/news/poland-co-finance-sumps-medium-sized-cities>.
- Koltovska Nechoska, Daniela, y Evelin Krmac. 2018. «Comparison of Road Traffic Intelligent Transport Systems Application Levels in Republics of Macedonia and Slovenia.» *International Conference "Transport for Today's Society"*. Bitola: Faculty of Technical Sciences Bitola. 157-166.
- La Voz. 2022. *La Voz de Almería*. 2022 de Abril. Último acceso: 6 de Noviembre de 2022. <https://www.lavozdealmeria.com/noticia/12/almeria/235815/el-alquiler-de-bicis-para-usar-en-la-ciudad-se-moderniza>.
- Lambea, Barry, Niamh Murphy, y Adrian Bauman. 2017. «Smarter Travel, car restriction and reticence: Understanding the process in Ireland's active travel towns.» *Case Studies on Transport Policy* 208-214.
- Melkonyan, Ani, Jennifer Koch, Fabian Lohmar, Vasanth Kamath, Victoria Munteanu, J. Alexander Schmidt, y Raimund Bleischwitz. 2020. «Integrated urban mobility policies in metropolitan areas: A system dynamics approach for the Rhine-Ruhr metropolitan region in Germany.» *Sustainable Cities and Society, Volume 61*.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. 2020. *MITECO*. Abril. Último acceso: 14 de Septiembre de 2022. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/la-union->

europa/#:~:text=Esta%20Hoja%20de%20Ruta%20indica,y%2060%25%20en%202040.

- Ministry for an ecological and solidary transition, Ministry of Transport. 2017. *Traffic Management in Urban Areas. The French Expertise*. Cerema.
- Nordin, Andreas, Peter Håkansson, Anna Stjärnkvist, y Christoffer Hedberg. 2016. *Plan de Movilidad Urbana Sostenible. Creando un Malmö más accesible*. Malmö, 3 de Marzo.
- Olesen, Mette. 2014. «Framing light rail projects – Case studies from Bergen, Angers and Bern.» *Case Studies on Transport Policy, Volume 2, Issue 1* (Elsevier Ltd.) 10-19.
- Pamula, Teresa. 2011. «Toad Traffic Parameters Prediction in Urban Traffic Management Systems Using Neural Networks.» *Transport Problems, Volume 6, Issue 3* 123-128.
- Priemer, Christian, y Bernhard Friedrich. 2009. «A Decentralized Adaptive Traffic Signal Control Using V2I Communication Data.» *12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. St. Louis. 765-770.
- Prointec. 2020. «Almería 2030.» *Almería 2030*. Octubre. Último acceso: 26 de Septiembre de 2022. <https://almeria2030.es/documentos/movilidad/>.
- RRA LUR, LUZ, ZRC SAZU, PIL, IPoP. 2019. *Sustainable Urban Mobility Plan of the Ljubljana Urban Region*. Normativa, Ljubljana: Regional Development Agency of the Ljubljana Urban Region.
- Sousa Santos, G., I. Sundvor, M. Vogt, H. Grythe, T.W. Haug, B.A. Høiskar, y L. Tarrason. 2020. «Evaluation of traffic control measures in Oslo region and its effect on current air quality policies in Norway.» *Transport Policy* 251-261.
- Spadaro, Ilenia, Francesca Pirlone, y Selena Candia. 2022. «Sustainability charter and sustainable mobility.» *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment* 115-129.
- Spickermann, Alexander, Volker Grienitz, y Heiko A. Von der Gracht. 2014. «Heading towards a multimodal city of the future? Multi-stakeholder scenarios for urban mobility.» *Technological Forecasting & Social Change* 201-221.
- The French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. 2014. *Traffic Management on the French Road Network. French Expertise*. Cerema.

- Wang, Yizhe, Xiaoguang Yang, Hailun Liang, y Yangdong Liu. 2018. «A Review of the Self-Adaptive Traffic Signal Control System on Future Traffic Environment.» *Hindawi. Journal of Advanced Transportation* 1-12.
- Wang, Yubin, Jos Vrancken, Frank Ottenhof, y Marcel Valé. 2012. «Next Generation Traffic Control in the Netherlands.» *Traffic Engineering and Control* 315-319.
- Zegeye, S. K., B. De Schutter, J. Hellendoorn, E. A. Breunese, y A. Hegyi. 2012. «A Predictive Traffic Controller for Sustainable Mobility Using Parameterized Control Policies.» *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 13, N° 3 1420-1429.