

# SMART ROAD

"La carretera del futuro que evoluciona con el progreso"

Hecho por la Dirección de Operaciones y Coordinación Territorial  
de la Infraestructura Tecnológica y de los Sistemas





# SMART ROAD

"La carretera del futuro que evoluciona con el progreso"

Hecho por la Dirección de Operaciones y Coordinación  
Territorial de la Infraestructura Tecnológica y de los Sistemas



## ÍNDICE

<b>SMART ROAD DESIGN PARA SMART MOBILITY</b> .....	9
<b>LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS</b> .....	10
<b>PREFACIO</b> .....	11
<b>1 LA SMART ROAD</b> .....	12
1.1 Sistemas de transporte: de la estrategia europea a la Smart Road .....	12
1.2 Vision Anas.....	15
1.1 Sistema de Comunicación .....	19
1.1.1 Sistema con cable .....	24
1.1.1.1 Infraestructura de red .....	25
1.1.2 Sistemas inalámbricos.....	28
1.1.2.1 Sistema Wi-Fi en movimiento 2,4/5 GHz (Estándar IEEE 802.11 a / b / g / n).....	28
1.1.2.1.1 Punto de acceso para WI-FI in Motion.....	30
1.1.2.1.2 Mobile Edge Computing (MEC) .....	32
1.1.2.2 Conectividad Sistema V2I.....	33
1.1.2.2.1 Road Side Unit .....	45
1.1.3 Tecnologías adicionales de comunicación de datos que se pueden implementar en la Smart Road .....	46
1.1.4 Site Survey (Inspección del Sitio).....	46
1.1.5 Centro de Control Smart Road.....	47
1.1.5.1 Plataforma software de gestión de red wired (cableada) .....	48
1.1.5.2 Centro de Control Local sistema wifi in Motion .....	49
1.1.5.3 Plataforma de gestión y control Sistema wifi V2I.....	51
1.1.5.4 Plataforma Software Smart Tunnel (Plataforma Software de Túnel Inteligente).....	53
1.1.5.5 Plataforma Software para la gestión de las estaciones de recarga para vehículos eléctricos.....	53
1.1.5.6 Plataforma Software para la gestión y el control del sistema eléctrico de cada "Módulo" Smart Road .....	53
1.1.5.7 Plataforma Software para la gestión y el control de la videovigilancia .....	53
1.1.5.7.1 Software que se puede instalar en la plataforma de gestión y en la Multi Funcion Smart Camera.....	54
1.1.6 Concepto Estación Multifuncional .....	55
1.2 ROAD ANAS NETWORK INTERNET DE LAS COSAS (RANIoT).....	69
1.2.1 Arquitectura del sistema IoT para monitorear.....	69
1.2.2 Tipologías de redes para sistemas IoT .....	70



1.2.2.1	Short Range Network – Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN) .....	74
1.2.2.2	Long Range Network – Low Power Wide Area Network (LP-WAN) .....	74
1.2.3	Los sistemas de monitoreo en RANIoT .....	76
1.2.4	Sistema de Monitoreo de la Infraestructura.....	77
1.2.4.1	Control de la superficie viable .....	80
1.2.4.2	Control de las barreras de seguridad .....	80
1.2.4.3	Control de puentes y viaductos .....	81
1.2.4.4	Control en los túneles.....	82
1.2.4.5	Control de laderas inestables.....	82
1.2.5	Sistema de Control de Tráfico y Transporte de Mercancías.....	83
1.2.5.1	Multi-function Smart Camera.....	83
1.2.5.2	Control de cruces de entrada y salida.....	84
1.2.5.3	Weigh in Motion System (WIM) – Pesaje dinámico .....	85
1.2.5.4	Sistema Intelligent Truck Parking.....	88
1.2.5.5	Smart Tracer Road Work.....	88
1.2.6	6 Sistema de control medioambiental .....	88
1.2.7	Sistema de control e intervención con drones.....	90
1.2.8	Identificación con TAG RFID .....	91
1.2.9	Sistema de control permanente de fibra óptica para las infraestructuras viales .....	92
1.3	Sistema de gestión y control del carril dinámico .....	96
1.3.1	Instalación de señalización vertical de emergencia .....	97
1.3.2	Instalación de videovigilancia (CCTV) .....	99
1.3.3	Plataforma software de gestión y control in situ y remoto .....	99
1.4	Smart Tunnel.....	101
1.4.1	Descripción del sistema.....	101
1.4.2	Plataforma software de gestión y control .....	102
1.5	SISTEMA ENERGÍA: Rendimiento y técnicas específicas.....	105
1.5.1	Arquitectura general.....	105
1.5.2	Generación de energía eléctrica .....	110
1.5.2.1	Instalaciones de recursos renovables: fotovoltaico y minieólico .....	111
1.5.2.2	Conexión a la red de las instalaciones de producción renovables .....	116
1.5.3	Central tecnológica.....	118
1.5.3.1	Conexión a la red.....	118
1.5.3.2	Aparatos de estación .....	118



1.5.3.3	Sistema antirrobo y monitoreo cables .....	122
1.5.4	Distribución de energía eléctrica <i>in itinere</i> .....	124
1.5.5	Distribución de la energía eléctrica en la Green Island. ....	125
1.5.5.1	Estaciones de recarga de vehículos eléctricos. ....	125
1.5.5.2	Estaciones de recarga de drones .....	126
1.5.6	Tipos de tendido de cables.....	127
1.5.6.1	In itinere .....	127
1.5.6.2	En galería .....	128
1.5.6.3	Correspondiente a las estructuras en suspensión .....	128
1.6	Servicios Smart Road .....	128
1.6.1	Informaciones para el usuario .....	129
1.6.2	Información para el usuario.....	132
1.6.3	Intelligent Truck Parking - Zonas de descanso para vehículos pesados. ....	133
2	El contexto normativo .....	135
	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS/ACRONIMOS .....	140

## INDICE DE LAS FIGURAS

Figura 1 - Smart Road Anas.....	16
Figura 2 - Concept de la Smart Road .....	21
Figura 3 - Esquemas del Sistema de Comunicación .....	22
Figura 4 - Banda de frecuencia para la comunicación entre V2V o V2I.....	34
Figura 5 - Simplificación del escenario de comunicación ITS .....	35
Figura 6 - Simplificación sistemas ITS .....	36
Figura 7 - Simplificación estación ITS "Sistema Central" .....	36
Figura 8 - Simplificación estación ITS "Vehículo" .....	37
Figura 9 - Simplificación estación ITS "Infraestructura" .....	37
Figura 10 - Arquitectura de las estaciones ITS.....	38
Figura 11 - Funciones de la arquitectura de las estaciones ITS.....	39
Figura 12 - Funciones de detalle del Applications Layer .....	39
Figura 13 - Funciones de detalle del Facilities Layer.....	41
Figura 14 . Funciones de detalle del Networking & Transport Layer.....	42
Figura 15 - Funciones de detalle del Access Layer .....	42
Figura 16 - Protocol Data Unit del Physical Layer.....	43
Figura 17 - Flujo de recepción del mensaje.....	44
Figura 18 - Management Layer .....	44
Figura 19 - Funciones de detalle del Security Layer .....	45
Figura 20 - Composición de los módulos de la estación multifuncional .....	55
Figura 21 - Tipos de estaciones multifuncionales .....	56
Figura 22 - Tamaño de los módulos de la estación multifuncional .....	57
Figura 23 - Estación Multifuncional ejemplo de elementos modulares .....	57
Figura 24 - Elementos que constituyen la estación Multifuncional.....	58
Figura 25 - Elementos que constituyen la estación Multifuncional.....	59
Figura 26 - Esquema que representa el módulo para la estación multifuncional.....	61
Figura 27 - Plinto y módulo de base en detalle.....	62
Figura 28 - Tablero informativo en detalle .....	62
Figura 29 - Datos transparentes .....	63
Figura 30 - Ejemplo de mensajería .....	63
Figura 31 - Ejemplo de mensajería para estación multifuncional .....	64
Figura 32 - Rendering estación multifuncional.....	64
Figura 33 - Módulo cámara en detalle .....	65

Figura 34 - Módulo tacoanemómetro en detalle .....	65
Figura 35 - Módulo tacoanemómetro en detalle .....	66
Figura 36 - Módulo sensor medioambiental y access point en detalle .....	66
Figura 37 - Módulo de cumbre en detalle .....	67
Figura 38 - Rendering estación multifuncional .....	67
Figura 39 - Visión nocturna de la estación multifuncional .....	68
Figura 40 - Requisitos de los sensores en el sistema de monitoreo IoT .....	70
Figura 41 - Clasificación de las redes inalámbricas en base a la zona de cobertura .....	71
Figura 42 - Capacidad de cobertura en función del ancho de banda .....	72
Figura 43 - Tipológico de Conectividad de los Sensores (Client) en la RANIoT .....	73
Figura 44 - Comparación entre LPWAN y otras tecnologías inalámbricas.....	75
Figura 45 - Ejemplo de módulos para sensores de control.....	80
Figura 46 - Esquema del control mediante Drones.....	90
Figura 47 - Esquema resumido de las funciones y servicios del DRON .....	91
Figura 48 - Esquema general control de fibra óptica.....	94
Figura 49 - Ejemplo de Ubicaciones de tipo A .....	97
Figura 50 - Ejemplo de ubicación de tipo B .....	97
Figura 51 - Ejemplo de ubicación de tipo C .....	98
Figura 52 - Ejemplo de ubicación de tipo D .....	98
Figura 53 - Ejemplo de ubicación de tipo E.....	98
Figura 54 - Etapa 1: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico.....	100
Figura 55 - Etapa 2: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico.....	100
Figura 56 - Etapa 3: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico .....	100
Figura 57 - Etapa 4: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico .....	100
Figura 58 - Etapa 5: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico .....	100
Figura 59 - Representación del análisis de riesgo dinámico .....	102
Figura 60 - Representación de un potencial modelo para Smart Tunnel.....	103
Figura 61 - Ejemplo de gestión del riesgo.....	104
Figura 62 - Representación de una Green Island .....	105
Figura 63 - Vista de una Green Island .....	105
Figura 64 - Diseño del sistema energía .....	106
Figura 65 - Esquema representativo de una Green Island.....	107
Figura 66 - Esquema representativo de una Green Island Pública.....	108
Figura 67 - Representación módulos de green island .....	108



Figura 68 - Esquema de Entidad-Relación modular del centro de datos en las Green Island ..... 109

Figura 69 - Ejemplo de generación de energía renovable en la Green Island..... 110

Figura 70 - Ejemplo de generación de energía renovable en la Green Island ..... 110

Figura 71 - Concentrador solar.....112

Figura 72 - Esquema unifilar de una instalación minieólica conectada a la red.....115

Figura 73 - Esquema de conexión de la instalación de producción a la red de Distribución .....116

Figura 74 - Esquema unifilar conexión instalaciones de generación a la red .....117

Figura 75 - Distribuidor local de energía para la recarga de vehículos eléctricos .....125

Figura 76 - Caja alojamiento y recarga del dron.....126

Figura 77 - Ejemplo de mensajería para los usuarios ..... 130

Figura 78 - Ejemplo de mensajería para los usuarios.....131

Figura 79 - Tipos de datos recolectados.....132

## INDICE DE LAS TABLAS

Tabla 1 - Bandas de frecuencia para la comunicación V2V y V2I..... 34

Tabla 2 - Categorías de Aplicaciones y relativos casos de utilización .....40

Tabla 3 - Protocol Data Unit del Physical Layer ..... 43

Tabla 4 - Protocolos de comunicación para redes IoT ..... 73

Tabla 5 - Monitoreo RANIoT ..... 76

## SMART ROAD DESIGN PARA SMART MOBILITY

La nueva temporada de programación y planificación de infraestructuras en nuestro País confía a Anas un papel importante en la promoción y el apoyo a las políticas de implementación de nuevas obras, a la conservación del patrimonio infraestructural y a la innovación tecnológica. La movilidad inteligente es uno de nuestros principales objetivos: carreteras que puedan responder a las modernas necesidades de los usuarios y a las funcionalidades de la Smart Road. Por esta razón, se creó un Comité Técnico Científico de nivel internacional que asistirá a Anas en la realización del proyecto "Smart Mobility" ("Movilidad inteligente"), orientado a la construcción de un modelo avanzado de movilidad inteligente capaz de gestionar del mejor modo posible los flujos de tráfico y de mejorar la seguridad vial. El trabajo del equipo de expertos guiará el desarrollo del proyecto ejecutivo de la infraestructura tecnológica y de los servicios dedicados a los usuarios. El proyecto, inicialmente centrado en los caminos de acceso a Cortina con motivo del Campeonato Mundial de Esquí 2021, es el primer prototipo de "Smart Mobility" en Europa para la gestión de la movilidad, a partir de los servicios y tecnologías ofrecidos por las Smart Road de Anas con el fin de garantizar una mayor seguridad, fluidez de tráfico y confort de conducción. Este es un paso decisivo hacia la conducción conectada y autónoma del futuro.

En la historia italiana, Anas ha desempeñado un papel fundamental en la modernización del país, influyendo en su desarrollo económico y cultural. Un papel estratégico que la compañía ha preservado y desarrollado a lo largo de los años como multiplicador de inversiones. Hoy queremos seguir uniendo al país con pasión, eficiencia, sostenibilidad e innovación tecnológica para preparar Italia para los desafíos del futuro.

Ennio Cascetta, Presidente de Anas

## LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Anas aspira a convertirse en "una excelencia" a nivel europeo y en un modelo de referencia en la innovación de las carreteras que se pasarán a ser "inteligentes". El objetivo es el de proporcionar al país una red de carreteras eficiente, que mejore progresivamente y se abra a los nuevos desafíos del futuro: desde la energía eléctrica hasta la conducción asistida y más allá, como en el caso de los vehículos sin conductor.

La compañía ha lanzado el programa Smart Road con el objetivo de extenderlo progresivamente a las principales arterias de la red de carreteras y autopistas de Anas, orientando al país hacia la transformación digital de nuestras infraestructuras, para que genere servicios que faciliten la movilidad y el control de las obras. El propósito es convertir en Smart Road unos 3.000 kilómetros de carreteras y autopistas, incluida la nueva A2 "Autostrada del Mediterraneo", que será la primera infraestructura italiana capaz de interactuar con los usuarios, permitiendo un viaje más cómodo y seguro.

Las nuevas tecnologías nos ofrecen la oportunidad de seguir desarrollando nuestra misión, de promover las carreteras y autopistas de Anas y de mejorar la calidad del servicio ofrecido a través del control del tráfico, el aumento de la seguridad vial, una gestión más eficiente de la movilidad y el control de la infraestructura.

Este es un know-how que, gracias a la presencia de Anas en los mercados extranjeros, se podrá exportar junto con la "cultura de la carretera" adquirida durante 90 años de actividad en el sector de las infraestructuras de carreteras y autopistas.

Gianni Vittorio Armani, CEO de Anas

## PREFACIO

Este libro técnico está destinado a ser la primera guía en el sector vial italiano, y entre los primeros a nivel internacional, que define el concepto de *Smart Road*. Según la visión de Anas, una *Smart Road* (o carretera inteligente) es una forma de poder "hablar con los usuarios y consigo mismo". Permite, mediante los sistemas de conectividad en movimiento, cancelar las distancias y ampliar los espacios e incluye y reconoce automáticamente a los usuarios. El Anas *Smart Road* amplía la infraestructura vial, aumentando su capacidad operativa mediante tecnología. Con esta visión, las arterias de carreteras modernas se volverán "verdes", equipadas con rutas de comunicación de datos y energía, completamente integradas en la red de transporte e información intermodal.

Las soluciones presentadas en este texto son particularmente innovadoras y tienen en cuenta los últimos avances tecnológicos en el *Internet of things*, *Open and Big Data*, en el difícil desafío de llevar estos temas a la carretera.

Los sistemas y plataformas digitales que habilitan *Anas Smart Road* permitirán el diálogo entre vehículo e infraestructura (V2I) y facilitarán las comunicaciones entre vehículos (V2V), acelerando la introducción de los sistemas de conducción asistida y la circulación de autos de conducción automática.

Es un concepto de diseño que encuentra sus mayores fortalezas en la visión interdisciplinaria y en la certeza de que el relanzamiento del sector de infraestructura de transporte se mueve sobre todo a través de la "transformación digital", factor calificador de un crecimiento sostenible, capaz de crear infraestructuras más seguras, más usables y generar nuevos servicios e información para una mejor "experiencia de viaje" para usuarios, bienes y sistemas de transporte autónomos, contribuyendo así al desarrollo del país.

Para la realización del cuaderno técnico agradecemos especialmente a los técnicos de las estructuras de Anas por el valioso trabajo realizado y el ingeniero Luigi Carrarini por la coordinación y desarrollo del proyecto complejo.

Además, un agradecimiento especial al bufete asociado Carlo Ratti del Profesor Carlo Ratti por su valiosa colaboración.

Finalmente, las recientes referencias a *Smart Road* a nivel nacional, contenidas en la ley de presupuesto 2018 aprobada por el Parlamento italiano a finales de 2017, "para apoyar la difusión de buenas prácticas tecnológicas en el proceso de transformación digital de la red vial...", en este momento confirman aún más la necesidad de esta publicación.

Por lo tanto, se espera que este trabajo sea útil para quienes trabajan en la investigación, diseño, implementación y prueba de sistemas complejos en el contexto de futuras *Smart Road* y que, esta visión totalmente italiana, pueda encontrar comparación y uso incluso fuera del territorio nacional.

Ugo Dibennardo

## 1 LA SMART ROAD

### 1.1 Sistemas de transporte: de la estrategia europea a la Smart Road

El transporte juega un papel central en el desarrollo económico y social de cada país. Un sistema de transporte eficiente permite crear nuevos mercados y actualizar los existentes; por lo tanto, es una palanca esencial para mantener un fuerte crecimiento económico y promover el empleo y la riqueza. En un período en el que es fundamental para cualquier sistema productivo superar el desafío del mercado competitivo "global", un sistema de transporte no eficiente reduce las posibilidades de llegar a nuevos mercados, aleja el horizonte comercial, reduce la capacidad de producción, limita el potencial de crecimiento económico y social.

De hecho, las sociedades son cada vez más estructuralmente dependientes de sus sistemas de transporte y, al mismo tiempo en las últimas décadas, en todas las naciones económicamente avanzadas ha habido un aumento notable en la demanda de movilidad.

En los últimos años, las necesidades comerciales han cambiado profundamente, las necesidades y los hábitos de movilidad de personas y bienes han llevado a un cambio radical en la forma de entender el sistema de transporte y, en consecuencia, la visión y la estrategia a las que las políticas de sector deben inspirarse.

El transporte por carretera está dejando cada vez más espacio al transporte intermodal, a costas del modelo tradicional de movilidad que considera el transporte de personas y mercancías como un conjunto monomodal. De ello se desprende que un solo viaje consiste en un conjunto vinculado de transferencias, lo que implica un aumento en el tiempo dedicado al traslado de personas y mercancías, así como un aumento en los accidentes de tráfico y congestión. Estos eventos comprometen la capacidad de las redes de transporte, que corren el riesgo de no ser suficientes para soportar los futuros flujos de vehículos.

Para superar los desafíos relacionados con la movilidad, no solo es necesario aumentar el número de infraestructuras, sino que es necesario intervenir optimizando y mejorando la eficiencia del sistema de transporte, explotando el potencial existente.

El transporte debe repensarse como un sistema integrado y dinámico, en el que la información, la gestión y el control funcionan simultáneamente para optimizar el uso de las infraestructuras y la organización de la movilidad. Este contexto incluye los "Sistemas Inteligentes de Transporte" - ITS, introducidos por la Directiva 2010/40/UE, que contiene los estándares y especificaciones para los ITS, comunes en toda la Unión Europea, estableciendo las siguientes áreas prioritarias:

- Uso óptimo de los datos de la carretera, del tráfico y del transporte de bienes;
- Continuidad de los servicios de ITS de gestión del tráfico y transporte de mercancías;
- Aplicaciones ITS para la seguridad vial y del transporte;
- Conexión entre vehículos e infraestructura vial;

Dentro de las áreas prioritarias, se prevé el uso de especificaciones y estándares, de acciones para el procesamiento:

- Preparación, en toda la Unión Europea, de servicios de información sobre movilidad multimodal;
- Preparación, en toda la Unión Europea, de servicios de información de tráfico en tiempo real;
- Datos y procedimientos para la comunicación gratuita a los usuarios, cuando sea posible, de información mínima universal de tráfico relacionada con la seguridad vial;
- La preparación armonizada, en toda la Unión Europea, de un servicio electrónico de llamada de emergencia (eCall) interoperable;

- La provisión de servicios de información para áreas seguras de estacionamiento para vehículos pesados y vehículos comerciales;
- La provisión de servicios de reserva para áreas de estacionamiento seguras para vehículos pesados y vehículos comerciales.

El uso de sistemas inteligentes implementados hasta ahora en todo el mundo, tanto a nivel urbano como extraurbano, ha permitido evaluar, de manera tangible, los beneficios que aportan los ITS en diversos países, tanto en los Estados Unidos como en Europa, tales como:

- Reducción de tiempos de viaje hasta un 20%;
- Aumentos en la capacidad de red en un 5+10%;
- Disminución del número de accidentes en un 10+15%;
- Disminución de la congestión en un 15%;
- Reducción de emisiones contaminantes en un 10%;
- Reducción en el consumo de energía en un 12%.

Para que los ITS jueguen un papel decisivo en el uso más eficiente de las infraestructuras, de los vehículos y de las plataformas logísticas, deben someterse a un proceso de transformación digital y dotarse de tecnologías capaces de apoyar los procesos de intercambio de información entre los diversos actores en el transporte. En este sentido, la Comisión Europea está adoptando estrategias para C-ITS (Sistemas Inteligente y Cooperativos de Transporte) destinadas a la movilidad cooperativa bidireccional, tanto intervehículo (vehículo a vehículo V2V), como entre el vehículo y la infraestructura de transporte (vehículo a infraestructura V2I).

Hasta la fecha, muchos fabricantes de automóviles ya están presentando nuevos modelos de vehículos en el mercado que pueden interactuar entre sí e interactuar con la infraestructura vial. Estas interacciones son la base de los modelos C-ITS, que permiten al usuario vial y al administrador de la infraestructura compartir información en tiempo real, a fin de aumentar la seguridad vial, optimizar la gestión del tráfico y mejorar el confort de conducción. Del mismo modo, desde el punto de vista de la infraestructura, la transformación digital es tanto un factor habilitante para el crecimiento sostenible, inteligente e inclusivo de un país, capaz de crear infraestructuras ligeras, de calidad y más seguras que generan datos y servicios para una mejor experiencia de viaje, como una herramienta disponible para los tomadores de decisiones, para definir políticas de transporte y gestión del flujo de tráfico.

Con este fin, las directrices sobre el Sistema de Transporte Cooperativo-Inteligente prevén la creación de una red unificada, que estará disponible para todas las empresas que operan en el sector, a fin de evitar la fragmentación debido a la adopción de diferentes estándares. De esta forma, tanto los automovilistas como las empresas de gestión vial podrán compartir información útil para coordinar acciones y decisiones. Estas innovadoras tendencias tecnológicas en el sector de la automoción están siendo estimuladas por escenarios futuros en los que los vehículos se equiparán con un número creciente de sistemas de asistencia al conductor, evolucionando rápidamente hacia el último paso de auto-conducción.

La transformación digital de las infraestructuras se configura como una fuerza motriz para toda la economía del país, ya que las infraestructuras que atienden al sector del transporte, debido a su capacidad de conectar diferentes temas y sectores productivos, representan una posibilidad real de atraer grandes inversiones. En este sentido, la transformación digital representa una gran oportunidad para Italia porque permite la mejora de toda infraestructura existente que forma el patrimonio vial del país, a través de intervenciones de mejora tecnológica, cuyos costos y tiempos de implementación son en promedio mucho menores en comparación con las intervenciones en infraestructuras físicas.

El Ministerio de Infraestructuras y Transportes (MIT) ha asumido el desafío de la innovación digital, construyendo una visión nacional que considera el elemento tecnológico como fundamental para el desarrollo de las infraestructuras del país para el transporte, con un beneficio directo para los ciudadanos y las empresas.

En esta dirección, el 22 de junio de 2016, el MIT presentó un estudio preliminar, "Estándares Funcionales" para las Smart Road, dirigido a la evolución del proceso de digitalización vial a nivel nacional.

La iniciativa Smart Road tiene como objetivo contribuir a la introducción de los ITS en la escena nacional, creando un sistema tecnológico favorable a la interoperabilidad entre infraestructuras y vehículos de nueva generación, a la adaptación de infraestructuras para nuevos modos de transporte e implementación de servicios innovadores para usuarios y administradores de infraestructuras, con vistas a aumentar los niveles de seguridad.

Sin embargo, el contexto programático del sector de infraestructura de transporte y logística se caracteriza por una fragmentación extrema, causada por la existencia de una pluralidad de instrumentos regulatorios. Una primera implementación de los ITS, destinada a promover la movilidad sostenible, se llevó a cabo dentro del Plan General de Transporte y Logística de 2001 y posteriormente en las Directrices del Plan de Movilidad 2007.

La Directiva 2010/40/UE se implementa dentro del marco normativo italiano con la Ley n. 221 de 2012, que establece los requisitos para la difusión, el diseño y la implementación de los ITS. El día 1 de febrero de 2013 el MIT adoptó estos requisitos con el Decreto para la Difusión de Sistemas Inteligentes de Transporte en Italia y se refieren a:

Acciones y áreas de intervención para promover el desarrollo de los ITS en el territorio nacional;

Continuidad de los servicios de ITS de gestión del tráfico y transporte de mercancías;

Archivo electrónico de vehículos de motor no cubiertos por el seguro de responsabilidad civil y las aplicaciones ITS de seguridad ITS (eCall);

Interconexión entre vehículos e infraestructura;

Establecimiento del Comité de Dirección y Coordinación Técnica para iniciativas de ITS.

El Decreto interministerial 446 de 2014 identifica el MIT como organismo nacional designado para la adopción del "Plan nacional para el desarrollo de sistemas ITS", que tuvo lugar el 12 de febrero de 2014.

A pesar de la gran cantidad de legislación en este sector, los objetivos establecidos a nivel comunitario aún no se han alcanzado. Por lo tanto, es evidente la necesidad de proceder a la adopción de especificaciones sobre estándares tecnológicos, con vistas a incorporar las directrices del marco de referencia comunitario, y aclarar las funciones y servicios que deben habilitarse en las Smart Road, proponiendo especificaciones de rendimiento que tendrán que utilizarse para perseguir la transformación digital.

Para lograr la identificación de los estándares tecnológicos de rendimiento de referencia para las Smart Road italianas, el MIT ha decidido, de acuerdo con la concreción de las nuevas políticas de infraestructura, tener una hoja de ruta precisa. En particular, el enfoque prevé la centralidad de los aspectos lógico/funcionales, que incluyen la definición de los datos/informaciones que pueden intercambiarse por las distintas funcionalidades y con los sistemas centralizados de recopilación/análisis.

Esta elección se debe a la mayor libertad, que determina el actuador en los métodos de implementación, evitando el riesgo de obsolescencia rápida en el caso de una definición de estándares tecnológicos. De hecho, en muchos casos, las mismas funciones y servicios, y el mismo rendimiento, también se pueden lograr mediante la aplicación de diferentes tecnologías. El objetivo es identificar el orden de prioridad de las especificaciones que deben considerarse urgentes en términos de gestión de la infraestructura, gobernanza de los datos y la dirección en que se orienta el sector privado.

Cabe señalar la reciente inclusión de importantes referencias a las Smart Road a nivel nacional en la Ley de Presupuesto 2018 aprobada por el Parlamento italiano a finales de 2017.

## 1.2 Vision Anas

Smart Road es un conjunto de infraestructuras tecnológicas que apuntan a la sostenibilidad y la mejora de la seguridad vial y la usabilidad a través de la Transformación Digital (DT), un proceso dinámico que crea soluciones y servicios modernos.

En la base del proceso de DT está la creación de instalaciones adecuadas/plataformas de habilitación con las que queremos equipar a la Smart Road para la realización de diversas funciones y para la prestación de servicios que respondan a las necesidades modernas del usuario de la carretera.

Un marco integrado y evolutivo, en términos de movilidad, solo es posible si las tecnologías innovadoras se integran en una "arquitectura de sistema" abierta e integral (omnicomprensiva). La arquitectura de este sistema incluye las estructuras de habilitación (plataformas), que no son necesariamente visibles para el usuario de los servicios, que son las bases reales en las que se basan todas las aplicaciones.

Son características comunes de estas "plataformas":

- La naturaleza "**habilitante**" para diferentes categorías de funciones y servicios.
- La naturaleza "**abierta**" a terceros. Informaciones que pueden ponerse a disposición de terceros para el desarrollo de aplicaciones orientadas al mercado. La combinación de las dos características ("habilitante" y "abierta") permite que los caminos digitales se conviertan en "promotores de desarrollo" para el país.
- La naturaleza "**evolutiva**", que permitirá adaptar, a lo largo del tiempo, las estructuras habilitantes a nuevas ofertas tecnológicas.

La Smart Road que Anas quiere desarrollar pone su foco en el usuario y su seguridad, los objetivos que quiere lograr son garantizar:

- Un viaje seguro, sin dificultad, con una conducción asistida y/o autónoma;
- Carreteras seguras, con niveles adecuados de mantenimiento;
- Intervenciones oportunas en emergencias y alertas desde el móvil del usuario;
- Infomobility en tiempo real;
- Servicios a usuarios desde las primeras instalaciones y con la posibilidad de implementaciones futuras;
- Aumento de la eficiencia con aumento en los factores operativos de la arteria existente gracias al uso de tecnología moderna;
- Monitoreo inteligente, a través de sistemas IoT (Internet de las cosas), infraestructuras viales, tráfico y transporte de mercancías, así como el medio ambiente y las condiciones climáticas;
- Monitoreo de flujos de vehículos a través de la cámara inteligente multifunción;
- Gestión y monitoreo de túneles utilizando el método "Smart Tunnel";
- Gestión del tráfico y aumento de la capacidad de transporte de las infraestructuras con volúmenes de tráfico crecientes a través de carriles dinámicos;
- Verificación en tiempo real de la cantidad de vehículos a través de los sistemas WIM Weigh in Motion (pesaje dinámico o en movimiento);
- Integración completa de tecnologías y bases de datos presentes en una única plataforma informática.

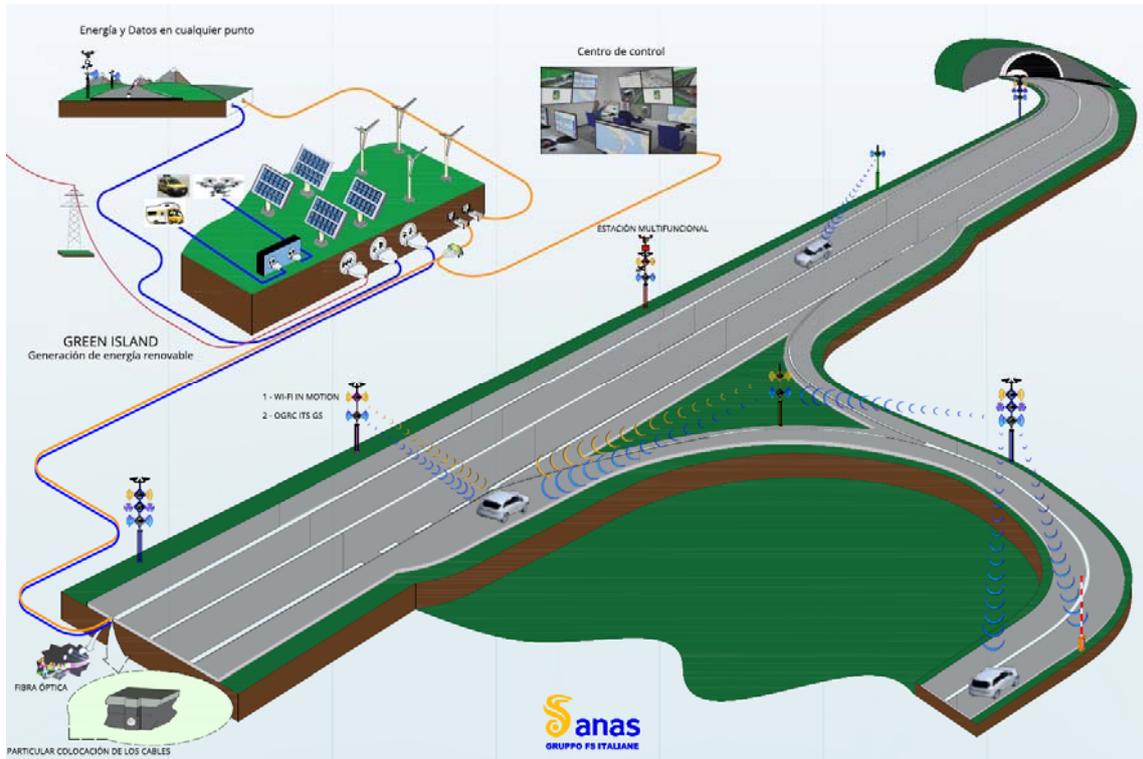


Figura 1 - Smart Road Anas

La Smart Road es la evolución del concepto de la carretera, de obra civil a infraestructura tecnológica, es decir, las tecnologías que van más allá de los límites geométrico-funcionales de las carreteras para aumentar su capacidad operativa.

El punto central de la Visión es la conectividad con usuarios, vehículos y mercancías.

Todo esto es posible gracias a los sistemas de conectividad con el usuario de la carretera y entre los vehículos y la infraestructura. De hecho, hay dos sistemas inalámbricos que permitirán la conexión en movimiento de usuarios en vehículos y de los vehículos con sistemas a lo largo de la infraestructura.

El primero tendrá en cuenta la amplia difusión de "dispositivos móviles personales", o sea todos aquellos dispositivos electrónicos que son totalmente utilizables según la movilidad del usuario como [teléfonos móviles](#), [PDA](#), [teléfonos inteligentes](#), [tabletas](#) que utilicen la información generada por los sensores presentes en ellos (acelerómetro, giroscopio, magnetómetro, sensor de proximidad, barómetro, luminosidad, termómetro, humedad, podómetro, etc.) pero sobre todo las funciones del objeto, como telefonía y mensajería manos libres, a través de APP para la provisión de servicios de infomovilidad y seguridad vial.

La idea de Anas es crear una red de Wi-Fi dedicada, que funcione a una velocidad de hasta 130 km/h, que permita la conexión de los dispositivos móviles del usuario a una red de intranet dedicada exclusivamente a los servicios de Smart Road.

El usuario que viaja por la carretera recibirá la información adecuada, de forma segura y sin distracciones, en modo manos libres: de esta forma, [el dispositivo móvil asume el rol de Unidad a Bordo \(OBU\)](#). Otras funciones, que pueden ser utilizadas por la red Wi-Fi, solo se permitirán cuando el vehículo esté parado.

El segundo sistema inalámbrico para lo que es Vehículo a Infraestructura (V2I) dentro de los servicios de Seguridad permitirá el despliegue rápido de sistemas para la conducción semiautomática o autónoma; la tecnología elegida implementa el sistema wave ETSI ITS G5, a través del layer físico IEEE 802.11p, ya identificada por la FCC Estadounidenses (Comisión Federal de Comunicaciones), por

numerosos gerentes de empresas viales estadounidenses y por la Comunidad Europea a través de las Directivas ITS.

La Smart Road Anas ha sido concebida de forma modular, independiente y autónoma; por módulo nos referimos a un lote funcional de carreteras y/o autopistas cubierto por la Green Island (Isla Verde), el verdadero corazón energético de la Smart Road.

La Green Island es un área que acoge principalmente los sistemas de generación y distribución a partir de fuentes renovables, capaces de alimentar todos los sistemas Smart Road de forma independiente, para el módulo de competencia, generalmente de 30 km.

Otra característica de la Smart Road Anas es la creación de una infraestructura de monitoreo constante y en tiempo real de todas las obras de arte y del estado de la carretera misma, basada en redes IoT (Internet de las cosas), a través de sensores de muy bajo consumo eléctrico (low power), fácil de instalar, con diferente conectividad y largo alcance (redes de largo alcance y redes WAN - Wide Area Network - red de área amplia).

En resumen, por lo tanto, el proyecto Smart Road implementa las plataformas habilitantes basadas en los elementos principales:

[Sistema de comunicación](#)

[Sistema de energía](#)

[Carril dinámico](#)

[Metodología Smart Tunnel](#)

[Internet de las cosas \(IoT\)](#)

[Datos abiertos y Big data](#)

**El sistema de comunicación** se implementa a través de redes de comunicación "continua" que permiten la conectividad eficiente de personas y vehículos, una condición necesaria y esencial para las carreteras digitales. Para este fin, Smart Road establece las condiciones para que se garanticen:

- La conectividad de las personas y de las herramientas informáticas (al servicio de viajeros, operadores de carreteras y terceros) con tecnología WI-FI en movimiento conforme a las normas IEEE 802.11 a/b/g/n, lo que garantiza un roaming rápido para tener continuidad del servicio de comunicación con el usuario;
- La conectividad de los vehículos V2I para la comunicación entre vehículos y con la infraestructura, equipada con plataformas de comunicación integradas basadas en estándares ETSI G5 DSRC WAVE (entorno de vehículo de acceso inalámbrico) - IEEE 802.11p;
- El sistema de monitoreo basado en el concepto de "móvil":
  - Fácil de instalar
  - Bajo costo
  - Conectividad extendida
  - Dispositivos direccionables (Internet nativos y tanto "all in one" como sea posible).

#### **El sistema de energía**

La arquitectura del sistema de energía prevé, en áreas específicas llamadas Green Island, plantas de generación de electricidad a partir de fuentes renovables, una conexión a la red eléctrica nacional, un sistema de transformación y un sistema de distribución de electricidad. El sistema de energía asegura las siguientes funciones:

- Generación: principalmente hecha con un sistema fotovoltaico y posiblemente una pequeña planta de energía eólica de potencia variable, de acuerdo con las condiciones

de una mejor explotación de las fuentes renovables disponibles, junto a un sistema de acumulación capaz de asegurar la continuidad de la energía durante las horas de escasa producción o producción nula.

- Central tecnológica: espacio que aloja el equipo de procesamiento, conversión, ajuste o distribución de la energía eléctrica.
- Distribución: se divide en *local*, por las cargas presentes en el interior de la Green Island, e *in itinere* (durante la ejecución) para la alimentación de cargas distribuidas a lo largo del tramo de carretera/autopista del módulo considerado.

### **El carril dinámico**

El aumento del número de vehículos en Italia, y el consiguiente aumento en el transporte por carretera, afectan de forma proporcional el empeoramiento de la congestión del tráfico, el aumento de los accidentes de tráfico y las emisiones contaminantes en la atmósfera.

En las arterias principales Anas, el crecimiento del transporte en las carreteras excede la capacidad de la infraestructura vial existente con obvias implicaciones negativas tanto para la seguridad como para el medio ambiente.

Como parte del desarrollo de sus tecnologías ITS (Intelligent Transport System), la realización del carril dinámico constituye un sistema de fluidificación de tráfico válido y optimización de los servicios de la arteria vial en los momentos de máxima congestión.

**El carril dinámico prevé el uso del carril de la derecha del eje de carretera de la calzada como carril regular o como un carril de emergencia, de acuerdo con las necesidades o con el volumen de tráfico.**

La imposibilidad de ensanchar las carreteras determina la construcción del carril dinámico, hecha, relativamente al ancho de la calzada, y sobre la base de las excepciones previstas por el Código de Circulación<sup>1</sup>.

### **El túnel inteligente**

El valor añadido para la seguridad en los túneles se basa en la naturaleza de las tecnologías instaladas, en los sensores y en un sistema de gestión eficiente, tanto en ejercicio ordinario que durante las fases de emergencia.

El túnel inteligente es una herramienta para desarrollar e implementar soluciones que mejoran los aspectos de gestión y seguridad, como pueden ser los siguientes:

- permitir prevenir y controlar las situaciones de peligro,
- monitorear constante y de forma remota las condiciones de funcionamiento,
- optimizar el mantenimiento de las instalaciones,
- tener un sistema predictivo para eventos peligrosos

La plataforma SMART TUNNEL implementa el análisis de la dinámica del riesgo, una optimización de análisis de riesgos ya previsto en la Directiva 2004/54/CE y el Decreto Legislativo 264/06, para una respuesta rápida y cuantificada del riesgo en tiempo real.

### **El Internet de las cosas (IoT)**

Una Smart Road cuenta con una variedad de sensores, el rendimiento y la capacidad de penetración en la actualidad. Se implementarán diferentes sistemas de monitoreo que afectarán la infraestructura vial. Consideremos, a modo de ejemplo, los sensores para el tráfico en sus diversos aspectos, por el estrés de los artefactos y las condiciones del suelo, sensores meteorológicos locales o ambientales, sensores para la monitorización de puentes, viaductos y túneles, barreras viales, condiciones hidrogeológicas: la tecnología IoT ya ofrece (y ofrecerá en el futuro cada vez más) soluciones de bajo

---

<sup>1</sup> 2 NCdC, art. 13, comma 2; Normas funcionales para la construcción de carreteras según descrito en el Código de Circulación, art. 3

coste para necesidades específicas. Se prevé, finalmente, para el futuro inmediato, que el mercado de sensores y diversas APPLICACIONES, crecerán enormemente.

Las carreteras son claramente elegibles para convertirse en una de las zonas de interés, tanto para aplicaciones directas a la conectividad de la ciudad, tanto como entidades habilitantes para aplicaciones a servicio de los territorios cruzados.

### **Open Data y Big data**

La Smart Road es un camino digital destinado a generar una multiplicidad de datos de interés para el gerente de la infraestructura, los viajeros, las autoridades y los organismos de planificación para el mundo digital en general; datos que pueden ser factores habilitantes para el desarrollo de áreas comerciales innovadoras. Con el fin de que los datos realmente pueden llevar a cabo la doble función de hacer más eficaz el transporte y promover el desarrollo, deben ser:

- **"Abiertos"**, respetando algunos estándares preestablecidos;
- **"Utilizables"**, con condiciones claras.

La primera condición se desarrollará de acuerdo con la normativa vigente (nacional y europea), mientras que la segunda condición se cumplirá a través de una oportuna plataforma de almacenamiento, búsqueda y procesamiento de datos y basada en tecnologías avanzadas y tales de facilitar y mejorar la búsqueda, la elaboración y la transferencia de datos, tanto para uso interno (servicios para Anas SpA), como para su uso por parte de terceros con derechos de acceso.

Para garantizar un equilibrio entre Big Data y privacidad, ANAS considera vital la implementación del principio de privacy by design: un enfoque transparente que permite a los usuarios entender con qué propósito se recogen sus datos y cómo se utilizarán, y también tener un control del usuario sobre los mismos datos.

Por lo que se refiere a la gestión de los datos personales, ANAS los adquirirá, tratará y usará conforme con las disposiciones de las leyes de privacidad existentes sin la posibilidad de suministro de los mismos a terceros, lo que garantiza la confidencialidad de los mismos.

Los datos estadísticos, de tráfico y eventos necesarios para la gestión del tráfico y la infomovilidad, también estarán disponibles en los canales de interoperabilidad existentes con CCISS. Se evaluó también la posibilidad de cesión a terceros de los datos agregados, usados solamente de forma anónima, con fines estadísticos (datos de tráfico, distancias, tiempos, eventos, etc.) y la posibilidad de conceder espacios publicitarios (sólo para los servicios a valor añadido para el usuario de la Smart Road, tales como informaciones y ofertas especiales en las áreas de servicio en el camino) y el acceso a servicios específicos dedicados a otras empresas, pero que no se activarán en la primera fase del proyecto que se centra en garantizar una mayor seguridad del transporte por carretera y la mejora/enriquecimiento del servicio de infomovilidad para los usuarios de la carretera.

## **1.1 Sistema de Comunicación**

La conectividad eficiente para dispositivos personales y vehículos, es una condición esencial para las carreteras digitales.

- El sistema de comunicación en este sentido juega un papel fundamental en garantizar:
  - La conectividad de personas y herramientas informáticas;
  - La conectividad de los vehículos;
  - La conectividad de infraestructuras.

La Smart Road ofrece a los operadores y los usuarios una serie de servicios innovadores dirigidos al uso eficiente de la infraestructura vial y el aumento sustancial de los niveles de seguridad y eficiencia del servicio.

Objetivo de la intervenciones la creación de una infraestructura tecnológica de última generación que pueda apoyar los servicios de Smart Road tal como existen hoy y capaz de mantener los niveles de crecimiento que los nuevos servicios y nuevas aplicaciones requerirán en el futuro.

Por lo tanto, los requisitos fundamentales serán los niveles de rendimiento garantizado en el futuro inmediato y el potencial de crecimiento futuro. La solución se caracteriza por la modularidad y escalabilidad, entendida como la posibilidad de expandir la solución en el tiempo hacia nuevos segmentos de carretera o nuevas infraestructuras adjuntas y de la capacidad de interconectarse con sistemas tecnológicos de mayor escala, a fin de lograr una red geográfica integrada y coherente con las tecnologías utilizadas y en el modo de gestión y mantenimiento.

En este sentido podemos entender la elección de prever, como requisito esencial, lo adecuado que son los estándares de mercado más populares de hoy y los que potencialmente aparecerán en el futuro.

Con referencia particular al nuevo sistema G5, la red tecnológica prevista copiará los principios de la red TLC por lo que respecta la fiabilidad y la resistencia a averías, el nivel de rendimiento y capacidad de transporte, además de las características mejoradas de un alto grado de flexibilidad y la multiplicidad de normas y modo de conexión que será capaz de ofrecer, especialmente en la prestación de servicios de red inalámbrica. La peculiaridad de la infraestructura "Smart Road" requiere el máximo en términos de cobertura, compatibilidad con múltiples normas, uso eficiente del espectro radio, flexibilidad y capacidad de crecimiento.

Como parte del desarrollo de la Smart Road una intervención fundamental se refiere a la red de telecomunicaciones, entendida como un sistema integrado de conectividad.

La red de telecomunicación prevista se realiza por medio de dos tipos de sistemas de comunicación y centros de control:

- Sistema de fibra óptica con conexión vía cable de tipo IP-MPLS (Multi Protocol Switching Label);
- Dos sistemas inalámbricos (Wi-Fi):
  - Standard Wi-Fi in Motion IEEE 802.11 a/b/g/n en las frecuencias unlicensed (sin licencia) 2.4/5 GHz para la conectividad entre infraestructura y dispositivos de comunicación personales (por ejemplo: teléfonos celulares, tabletas, etc.).
  - Standard Wi-Fi ETSI ITS-G5 para la conectividad V2I (vehículos a infraestructura.)
- Sistema de control y de procesamiento local y un sistema de control central.

La infraestructura de red descrita está estructurada a fin de proporcionar los módulos, también llamados segmentos de **Green Island**, al mismo tiempo independientes e interconectados:

- **Independientes**, cada uno capaz de operar independientemente de la conexión con los demás segmentos de la red, y equipado con todos los componentes necesarios para asegurar una operación de "stand-alone", cuando sea necesario;
- **Interconectado**, capaz de comunicarse con las demás Green Islands o con el centro de control tanto para las funciones de transporte de datos que soportan las comunicaciones de los clientes Wi-Fi, como para la coordinación y recopilación en el centro de los flujos de información generados por el sistema.

El tamaño esperado de un segmento Wi-Fi está entre 25 y 35 km: por lo tanto, los requisitos de rendimiento de las infraestructuras proporcionadas deberán garantizar niveles de eficiencia para el dimensionamiento previsto.

La infraestructura de red requiere la creación de dos sistemas de procesamiento, uno local y otro desde el centro de control.

El sistema local se basa en una infraestructura de servidor dedicada, esta infraestructura de servidor tendrá que distribuirse para crear un sistema "multicéntrico", resistente y capaz de operar independientemente del sistema central.

La infraestructura del centro se utiliza para recolectar tráfico procedente de los segmentos de red en el campo y proporcionando un sistema centralizado de control e interconexión con los Sistemas de información empresariales.

Cada servidor debe poder realizar las siguientes funciones básicas:

- **Gateway IP – Controller de red Wireless:** constituye el punto de unión entre la red existente y la red Wi-Fi y es el nodo a través del cual implementar políticas de enrutamiento, seguridad, almacenamiento caching, enmascaramiento de direcciones (NAT) y recopilación de informaciones de ubicación de clientes en la ruta de red servida. También se puede usar para segmentar apropiadamente la red Wi-Fi IP;
- **Servidor de ubicación:** tiene la tarea de recopilar la información de señal de clientes individuales con respecto a nodos de red individuales a través de dispositivos Gateway y devolver la información de ubicación del cliente en comparación con el segmento de red vial servido;
- **Servidor de aprovisionamiento:** es el sistema que proporciona dinámicamente configuraciones a los nodos de la red inalámbrica, plataforma administrativa para las actividades de O & M (Operación y Mantenimiento);
- **Gestión de red:** plataforma de monitoreo, análisis de diagnóstico e informes del sistema. El sistema de diagnóstico de cada segmento se integrará en el centro para proporcionar un único punto de interfaz entre el sistema en el campo y las plataformas de gestión.

#### Arquitectura de sistema

La visión general de la arquitectura del sistema de comunicación se articula en diferentes niveles de conmutación, encaminamiento, transmisión, recopilación de datos y prestación de servicios:

- un primer nivel de conmutación periférica (nivel de Centro) en correspondencia de los tramos de las carreteras y autopistas bajo gestión de Anas SpA;
- un segundo nivel de encaminamiento capaz de conectar los diferentes niveles de conmutación de primer nivel con la red dorsal de transmisión (nodos del segmento Green Island);
- un tercer nivel de interconexión de los nodos de segundo nivel (nodos secundarios) que pueden integrarse con la red dorsal de transmisión y ofrecer servicios nuevos o de próxima generación .



Figura 2 - Concept de la Smart Road

El siguiente es un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema de transmisión Smart Road:

TRANSMISIÓN DE DATOS - DIAGRAMA DE BLOQUES

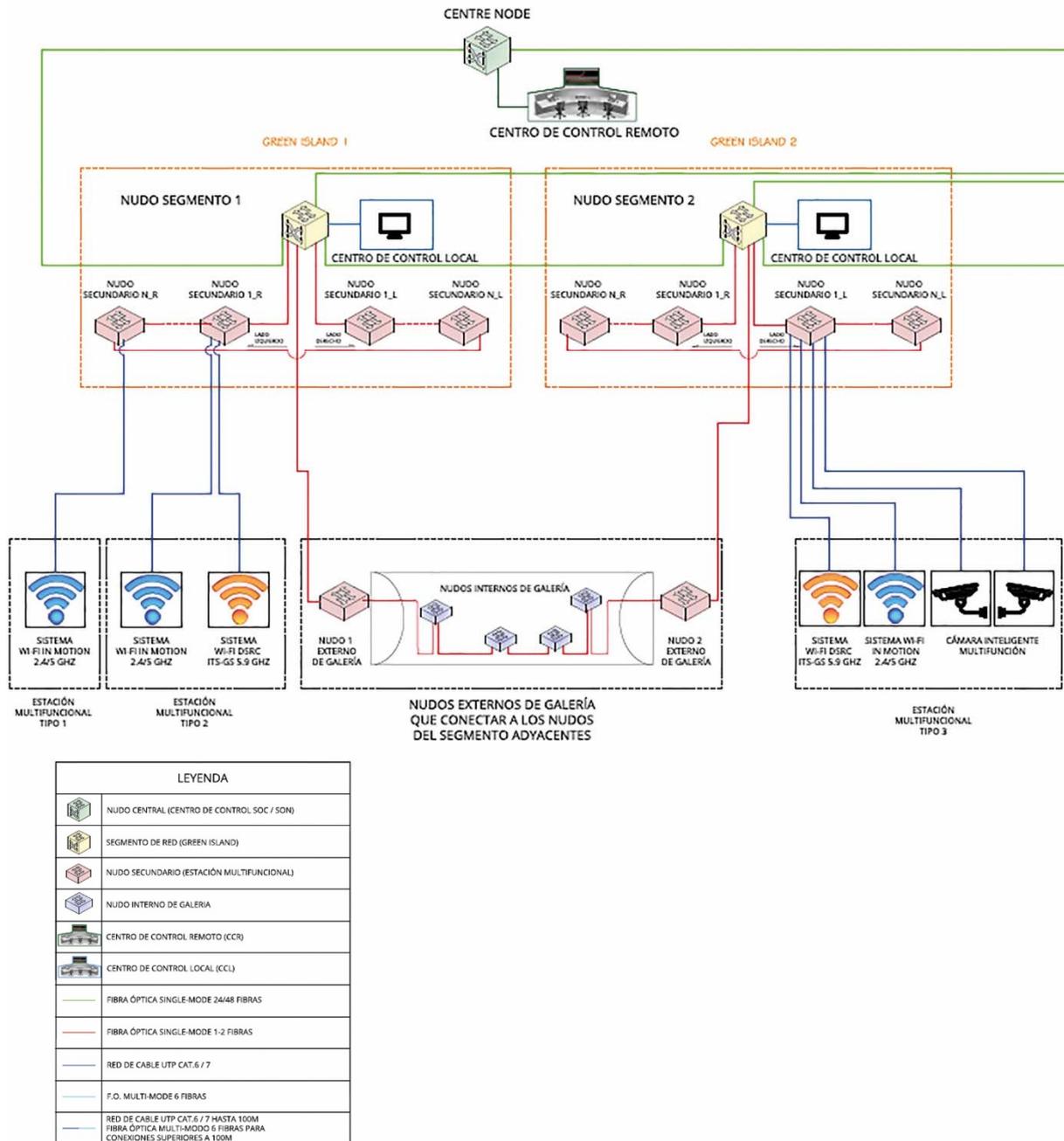
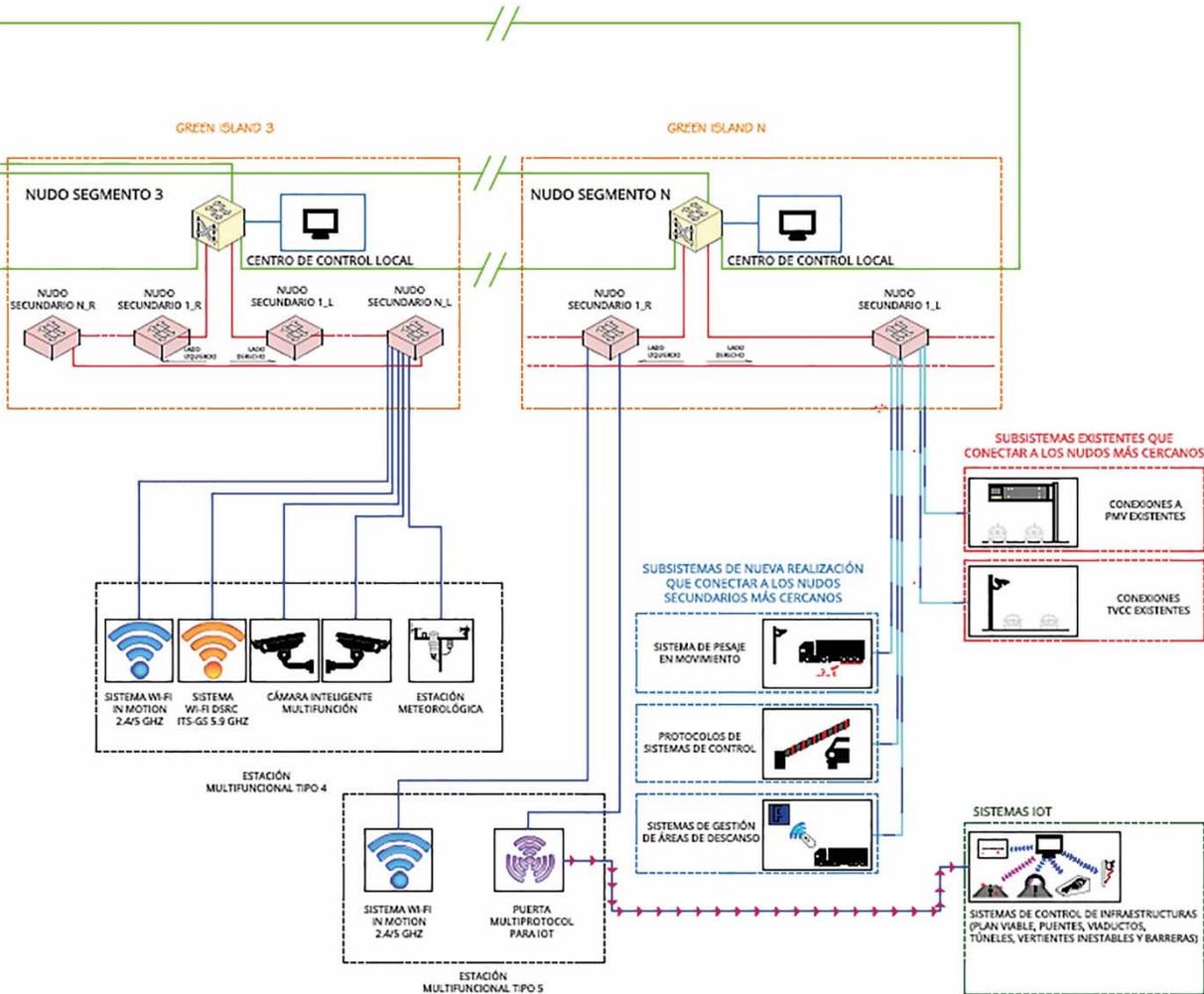


Figura 3 - Esquemas del Sistema de Comunicación



La infraestructura de red es multiservicio, es decir, puede garantizar el transporte de servicios avanzados incluso en un entorno de triple play (voz, video y datos), para priorizar tipos específicos de tráfico, para configurar colas de procesos, permitir la coloración del tráfico, reservar ancho de banda e implementar políticas de seguridad.

El objetivo principal es proporcionar la capacidad de interconectar any-to-any para asegurar a cada servicio sus propias peculiaridades, cumplir con las buenas reglas de diseño e ingeniería de tráfico destinados a definir clases de servicio que puedan satisfacer las necesidades descritas y las expresadas durante la construcción de la nueva infraestructura.

Las bandas de transmisión mínimas proporcionadas, si no se detallan más en los párrafos siguientes, deben ser las de:

- 10 Gbps en el primer nivel de conmutación de periféricos (red de segmento);
- 100 Gbps en los demás niveles.

La arquitectura debe proporcionar una redundancia 1:1 en los diferentes niveles, de modo que la indisponibilidad de un elemento no afecte el funcionamiento tanto del nivel de relevancia de ese elemento como de su arquitectura en general.

En el nivel central, el tráfico se recoge de los niveles indicados anteriormente y se lleva a cabo la interconexión con los sistemas de información de la empresa.

La arquitectura puede ser centralizada o distribuida ("multicéntrica") y debe tener las características de rendimiento mínimas para soportar el tráfico generado en los niveles subyacentes.

Este nivel mostrará las capacidades de diagnóstico de los dispositivos de campo y el estado de la red, y la información debe estar disponible para la integración del sistema RMT (Road Management Tools) u otros sistemas de administración de infraestructura.

### 1.1.1 Sistema con cable

El sistema de transmisión de datos es la infraestructura física que está diseñada para conectar de manera full dúplex los dispositivos instalados a lo largo de la autopista con el Centro de Control Remoto (CCR) que aseguran la transmisión de información (datos, video, voz). Dada la naturaleza de los datos transmitidos y el propósito de Smart Road en la visión de Anas, la infraestructura física garantiza un alto nivel de confiabilidad de la conexión.

La arquitectura de red consiste en un Nodo Central (NC) ubicado en el CCR, conectado por una red dorsal que consta de varios anillos de fibra óptica en correspondencia de los Nodos de Segmento (NS) que se refieren a cada "Green Island". Cada NS está constituido por un Router de segmento (RS) redundante que permite la conexión del segmento a la dorsal, y por unos switch conectados entre sí a través de una red mediante un anillo de fibra óptica (anillo de segmento).

El RS también representa el elemento inicial y final del anillo de segmento. Cada switch está conectado a varios dispositivos de campo tales como sistemas de monitoreo de infraestructura, PMV, sistemas de control de pasajes, estaciones de trabajo multifuncionales, etc.

Este sistema se divide en dos bloques lógicos que consisten en:

- Infraestructura pasiva, representada por el medio físico de transmisión (fibra óptica);
- Infraestructura activa, representada por componentes electrónicas que adquieren datos recopilados por los dispositivos de red y los envían a un determinado destino de acuerdo con los estándares de comunicación. Los router, los switch y los servidores con una función de gateway (puerta de enlace) son parte de la infraestructura activa.

La dorsal se configurará para un conjunto con varios anillos a fin de garantizar al menos dos rutas alternativas para la conexión con el CCR ubicado en la oficina de Anas competente desde el punto de vista territorial. El cierre de los anillos también debe realizarse con tecnología inalámbrica

implementada en SMART ROAD. Además, debe garantizarse la inmunidad de posible avería de RS a través de su redundancia.

Una arquitectura de este tipo permite remediar las posibles fallas de un RS o la interrupción del medio de transmisión.

En la realización del cierre con cable del anillo, los cables de fibra óptica que representan las dos ramas pueden posicionarse en conductos colocados en lugares separados físicamente entre sí (en la carretera al lado de las dos calzadas opuestas) de este modo se garantizará una continuidad en caso de interrupción de una rama del anillo en fibra. Además, los nodos de segmento pueden organizarse para realizar múltiples anillos que permiten eludir cualquier router que esté fuera de servicio y también tener redundancia de ruta.

El sistema de cableado prevé que las informaciones sobre el estado de las diversas reclamaciones de los rack se envíen a un software instalado en el CCR, a partir del cual los operadores pueden observar el estado de las conexiones de infraestructura pasiva sin tener que ir hasta allí. Esto le permite hacer un cableado llamado inteligente que, actuando en el nivel del panel de conexiones, puede detectar la señalización correcta del cable en cada puerta del panel de conexiones.

Esto simplifica las operaciones de resolución de problemas ya que es posible entender, de forma remota, si la interrupción de una conexión se debe a problemas de cableado. Cruzando los datos del cableado estructurado con los datos del sistema de gestión de red activa, es posible identificar con mayor precisión el tipo de fallo, lo que limita las intervenciones *en situ* a los casos estrictamente necesarios.

El sistema de gestión inteligente de cableado debe integrarse en el hardware de interconexión, y ofrece una solución precisa y automatizada para documentar y administrar por completo la parte física en tiempo real desde ubicaciones de control remoto. El sistema debe diseñarse para ofrecer al administrador el estado de la conectividad en tiempo real y la documentación automática de la red.

#### 1.1.1.1 Infraestructura de red

La infraestructura general se construye dividiendo la red, de manera lógica, en dos tipos distintos:

- Backbone o Dorsal
- Red de segmento o red "Green Island".

##### Backbone o Dorsal

La red backbone está hecha de una red dorsal de 100 Gigabit Ethernet (GE) que conecta todos los Nodos de Segmento al Nodo Central mediante cables en fibra óptica. La dorsal está preparada para una futura actualización a la configuración de anillos múltiples que permite lograr un alto grado de fiabilidad (como se ve en la Figura 3). La red debe cumplir con las especificaciones del estándar IEEE 802.3-2015.

La red es el nivel 3 de la arquitectura de la pila ISO/OSI, utilizando una arquitectura Conmutación de Etiquetas Multi-Protocolo (MPLS).

La técnica MPLS, además de garantizar los tiempos de conmutación y el rendimiento significativamente mejor con respecto a la arquitectura TCP/IP, tiene una serie de características superiores:

- **Soporte de calidad de servicio.** En comparación con TCP/IP, la técnica MPLS permite una red orientada a la conexión en la que se pueden gestionar fácilmente diferentes niveles de prioridad.
- **Ingeniería de tráfico.** El uso de los recursos de la red se puede optimizar utilizando múltiples rutas entre dos puntos. El tráfico se puede enrutar usando todas las rutas disponibles para distribuir, de forma equitativa, el tráfico en los recursos de la red, mejorando así el rendimiento.

- **Reconfiguración de las rutas en caso de falla.** Al configurar una ruta de red, es posible definir rutas alternativas (de protección) que se utilizarán en caso de falla de una o más secciones de la ruta principal. De esta forma, se pueden obtener tiempos de reconfiguración de rutas mucho más bajos que los que se pueden obtener con las técnicas de enrutamiento IP.
- **Servicios avanzados.** La técnica MPLS permite la creación de redes privadas virtuales/Virtual Private Network - VPN). De esta forma, entre dos puntos remotos de la red, los datos pueden transmitirse de forma transparente y completamente segregada de otros flujos de tráfico, mejorando el rendimiento general de la red en términos tanto de gestión de la calidad del servicio como de seguridad de la información transmitida.

La técnica MPLS básicamente se basa en direccionar los paquetes de datos procesando una etiqueta (Switching label - etiqueta de conmutación). Los procedimientos seguidos para la distribución de las etiquetas se definirán por un protocolo LDP (Label Distribution Protocol) no propietario.

### **Nodo de Centro**

El Nodo de Centro está constituido por un router modular, compacto, con capacidad de conmutación full-dúplex de al menos 1 Tbps, que no bloquea cada linecard. El aparato prevé el modo redundante con entrada para señal de GPS y BITS (Building Integrated Timing Supply) para necesidades de sincronización de red, puerto de consola de administración. También debe poder integrar hasta cuatro unidades de fuente de alimentación redundantes a la tensión de red y al módulo de ventilación forzada. También es posible considerar aceptable una solución con dos fuentes de alimentación por dispositivo, considerando al menos dos dispositivos por nodo. Se deben poner a disposición en una única ranura modular al menos 2 interfaces Ethernet 100 Gb/s (GE) con paridad de funciones completas en interfaces integrados.

Debe ser un aparato carrier class capaz de proporcionar flexibilidad de servicio, escalabilidad, rendimiento y alta disponibilidad para Redes de transporte Carrier Ethernet tales como las cubiertas por esta especificación, y habilitarlas al transporte convergente, flexible, inteligente y escalable de servicios end-to-end.

Debe ser un router IP altamente confiable capaz de soportar: capacidades de agrupamiento que brinden sincronización del plano de control y el plano de reenvío entre dos chasis físicos separados y hacerlos visibles como un único elemento lógico con un solo plano de control y un plano de reenvío, con funcionalidad non-stop forwarding y non-stop routing. También se considera equivalente la realización de dicha funcionalidad a través de protocolos MC-LAG.

El aparato debe crearse para ser gestionado y configurado de forma local o de forma remota, debe ser compatible con el protocolo SNMP y la gestión y configuración a través de un servidor. Para este fin, se solicita la provisión de una plataforma de aplicaciones del lado del cliente compatible con un gran número de dispositivos del mercado, capaz de garantizar la posibilidad de comunicación entre el usuario y el operador, que se utiliza durante el funcionamiento de la plataforma tecnológica "Smart Road".

Se tiene también que solicitar la correspondiente aplicación lado Centro, integrada en el sistema de gestión RMT.

### **Dorsal en fibra óptica**

Para la red dorsal se usan cables en fibra óptica con protección metálica y doble envoltura con características Low Smoke Zero Halogen (bajo humo cero halógeno) (LSZH). Los cables en fibra óptica que se utilizarán deberán estar equipados con el "Marcado CE" y deberá cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y compatibilidad electromagnética y a la norma ITU-G.655. El cableado de cables de fibra óptica debe cumplir con las recomendaciones dadas en la norma ISO / IEC 11801 2ª edición, EN 50173-1 segunda edición, EIA / TIA 568 C.

En correspondencia de cada router de segmento se realiza el sangrado, con mufla, de 24 fibras desde las fibras del cable dorsal.

### Nodo de segmento

Cada "Green Island" está conectada a la dorsal a través de un RS, redundante, que debe ser:

- Compatible tanto con el protocolo de gestión (L2 / L3) que el ancho de banda de los anillos de nivel I;
- habilitar la funcionalidad esperada dentro del nivel de la dorsal;
- asegurar una interconexión a 100 Gbps redundante hacia la dorsal y hacia el dispositivo paritario de redundancia;

El dispositivo debe considerarse con forma compacta, bajo consumo de energía, alto rendimiento y permitir las siguientes funcionalidades básicas:

- L2VPN;
- L3VPN;
- MPLS-based;
- VPN;
- VRF.

Los nodos de segmento se posicionarán en refugios especiales o cabinas equipadas con aire acondicionado con el fin de asegurar las mejores condiciones ambientales de funcionamiento.

En el caso en que el segmento esté en una situación aislada sin la posibilidad de conectarse a la dorsal, tendrá que preverse la conexión con el centro remoto de control preferiblemente a través de la red Anas, si es que existe, o vehículo comercial a través de Firewall y Gateway adecuados para salvaguardar la red de segmento.

### Firewall

Un potencial Firewall será colocado en un armario rack con fuente de alimentación redundante y con al menos 10 ranuras (slot) para futuras expansiones. Se colocará dentro de un shelter o cabina con sistema de aire acondicionado para garantizar el funcionamiento en el intervalo previsto de temperaturas.

### Red de segmento

A nivel lógico la red de segmento se puede dividir en dos redes independientes:

- red de switch secundarios (SS);
- conexión switch - device.

La red de switch (conmutadores) está constituida por un anillo (anillo secundario) que, a través de un cable ópticos con 24 fibras monomodales, conecta los SS al RS. El anillo secundario forma una conexión de nivel 3 de la pila ISO/OSI y utiliza una arquitectura MPLS de 10 Gigabit Ethernet. Los procedimientos de distribución de las etiquetas están definidos en un protocolo LDP no propietario.

El switch secundario debe cumplir con las siguientes características:

- debe ser un aparato de tipo industrial, managed (gestionado), capaz de conectar usuarios Ethernet con una velocidad mínima 10/100 Mbit/s en modo PoE/PoE+ y tener ranura SFP y SFP+ para transceptor Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet en cobre y fibra óptica;
- debe proporcionar conectividad a velocidad de cable Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet, servicios de switching inteligente como la seguridad en acceso a las redes, control de rendimiento de la red, gestión multicast del tráfico y QoS (Quality of Service - Calidad de Servicio) para un rendimiento de tráfico a control crítico;
- debe ser compacto y con refrigeración pasiva sin ayuda de sistemas de ventilación/enfriamiento y debe proporcionar señales de salida con relé y ranuras para señales de alarma.

Los switch secundarios están conectados a los dispositivos que se colocan a lo largo de la ruta y serán posicionados en proximidad de los mismos.

La conexión entre el switch y el dispositivo es una red de nivel 2 de la pila de ISO/OSI, tiene arquitectura TCP/IP y puede ser en fibra y en cobre.

#### **Cableado de cobre**

El cable en cobre previsto para la conexión de dispositivos de red con el switch secundario de relevancia es un UTP categoría 6, que soporta la transmisión de protocolos de Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet. Los 8 hilos están organizados en 4 pares; cada par tiene los cables entrelazados. Cada cable tiene un diámetro de 0,57 mm (que corresponde a 23 AWG) y tiene una funda; los 4 pares están separados por un elemento aislante (cross filler - relleno cruzado). El cableado de cobre debe cumplir con las normas vigentes.

### **1.1.2 Sistemas inalámbricos**

El sistema de telecomunicaciones inalámbricas previsto para Smart Road consta de dos sistemas distintos:

- El primer tipo, definido Wi-Fi en movimiento estándar IEEE. 802.11 a/b/g/n frecuencias sin licencia 2,4/5 GHz para la conectividad entre la infraestructura y el dispositivo móvil.
- El segundo tipo, Wi-Fi DSRC (Dedicated Short Range Communication) estándar ETSI ITS-G5 en el intervalo de frecuencia para la conectividad dedicada a V2I (Vehículo a Infraestructura)

#### **1.1.2.1 Sistema Wi-Fi en movimiento 2,4/5 GHz (Estándar IEEE 802.11 a / b / g / n)**

El sistema Wi-Fi en movimiento será utilizado para aplicaciones C-ITS y permitirá la conexión del dispositivo móvil del usuario que viaja por la carretera, para recibir la información adecuada, **en total seguridad y sin distracciones**, en modo manos libres. Otras funciones accesibles desde la red Wi-Fi, sólo se permitirán **con el vehículo parado**.

#### **Características y requisitos de la red WI-FI en movimiento**

La red inalámbrica con tecnología Wi-Fi IEEE 802.11 a/b/g/n, en las bandas de frecuencia sin licencia 2.4 GHz y 5 GHz al servicio de Smart Road, tiene el propósito de garantizar el acceso inalámbrico en tecnología Wi-Fi a los servicios prestados por la autoridad contratante (Anas SpA) para usuarios que tengan dispositivos equipados con conectividad IEEE 802.11 a/b/g/n (de aquí en adelante, "clientes"), como dispositivos móviles y teléfonos VoIP, lectores de códigos de barras, y ponen a disposición todos los servicios que la autoridad contratante desee implementar con sistemas y métodos, no objeto del presente proyecto, como para no distraer al usuario enfocado en la conducción.

La red Wi-Fi constará de los siguientes elementos:

- **Centro de control de red local (CCL):** el Centro de control de Red (WIRELESS CONTROL - CONTROLADOR INALÁMBRICO) ubicado en cada Green Island, actúa como un nodo centralizado de control y gestión para toda la red Wi-Fi.
- **Punto de acceso Wi-Fi:** el Punto de acceso es el dispositivo que permite a los clientes conectarse a la red inalámbrica. El punto de acceso debe estar preparado para la conexión a la red de fibra óptica con cable (AP Wired) a través del nodo secundario o vía radio a otros puntos de acceso (AP mesh); El punto de acceso es el elemento de la red que asegura la cobertura de radio Wi-Fi con banda de 2,4 GHz (estándar IEEE 802.11 b/g/n).

La banda de frecuencia de 5 GHz (estándar IEEE 802.11 a/n) además de reducir el riesgo de interferencia con otras redes Wi-Fi cuya cobertura se extiende - incluso parcialmente

- a la autopista, se puede usar para construir la red de backhaul mesh para conectar entre sí los puntos de acceso no cableados y asegurar la redundancia en la red dorsal del segmento.

El fenómeno de la interferencia es más probable en particular en aquellas secciones donde la autopista cruza ciudades donde hay servicios públicos muy cerca de la carretera. Los productos que utilizan la banda de 5 GHz son mucho menos numerosos que los que funcionan en la banda de 2,4 GHz.

Casi todos los puntos de acceso para uso residencial operan a 2,4 GHz. Un punto de acceso residencial simple instalado cerca de la carretera tiene una probabilidad significativa de interferir con la conexión de punto de backup a lo largo de la carretera, degradando considerablemente la confiabilidad del mismo backup. En su lugar, utilizando la banda de 5 GHz, el espacio de radio es mucho más libre y las posibilidades de interferencias se reducen al mínimo.

### Arquitectura de la red Wi-Fi

La arquitectura de la red Wi-Fi propuesta debe cumplir con los requisitos de flexibilidad, capacidad de ampliación y capacidad de recuperación. Los elementos de resiliencia del sistema deben basarse en:

1. **Self Healing:** la red Wi-Fi propuesta debe ser capaz de adaptar dinámica y automáticamente los recursos de radio (canales de radio y/o niveles de potencia transmitida) de los puntos de acceso de una manera para optimizar la señal de RF en presencia de interferencias de radio, o con el fin de restaurar los niveles radios óptimos de un tramo tras la pérdida de un punto de acceso.
2. **Site Survivability:** los Access Points tendrán que continuar a comunicarse, incluso en ausencia del Centro de control. La arquitectura de la red Wi-Fi que se implementará prevé que normalmente los puntos de acceso establezcan comunicación bajo el Centro de control. Este modo de trabajo se define dependiente y es el modo normal de funcionamiento de la red. Los puntos de acceso, que se instalarán para la realización de la red inalámbrica dedicada al sistema Smart Road, deben poder funcionar incluso en ausencia del Centro de control, realizando localmente las funciones del propio Centro de control. Este modo de trabajo se define como independiente (o stand-alone). La transición de un modo a otro (dependiendo de las circunstancias en las que se encuentre la red) debe llevarse a cabo de una manera automática y sin pérdida de conectividad para el cliente. Esta habilidad se define como "Site Survivability". El proceso de adopción de un punto de acceso por el Centro de Control debería ser posible tanto en nivel 2 como 3. El punto de acceso tendrá por lo tanto que operar en modo adaptativo, es decir, adaptando automáticamente su modo de funcionamiento (dependiente o independiente) según la situación.

Desde el punto de vista del routing, la arquitectura propuesta debe ser capaz de eliminar los cuellos de botella (o single points of failure - "puntos únicos de fallo") típicos de una red centralizada de tipo tradicional y ser altamente escalable: debe ser capaz de distribuir la inteligencia de red y las funciones de seguridad y enrutamiento de tráfico en toda la red, manteniendo una gestión centralizada en el Centro de Control.

Cada punto de acceso debe ser capaz de tomar decisiones independientes con respecto a la seguridad o enrutamiento de tráfico a nivel local, optimizando los recursos de toda la red. El resultado debe ser una red segura, confiable y de alto rendimiento. Por lo tanto, requiere que el tráfico local se encamine a nivel local sin pasar por el Centro de Control, de una forma dinámica e inteligente. Esto conservará las ventajas de una arquitectura distribuida y una arquitectura centralizada, ya que los puntos de acceso se gestionan de forma centralizada desde el centro de Control.

Este tipo de arquitectura se convierte en crucial en el caso de una alta densidad de tráfico generado por un gran número de clientes conectados al mismo punto de acceso. En particular, se evita que el

centro de control se convierta rápidamente en un cuello de botella para toda la red, se reducen los problemas de latencia para aplicaciones de voz y características de la señal de ruido (jitter) en relación con el tráfico video y se ofrece a la red mayor flexibilidad y capacidad. El centro de control local sigue siendo el único punto de gestión de los puntos de acceso, proporcionando configuración, supervisión y resolución de problemas a nivel centralizado.

#### 1.1.2.1.1 Punto de acceso para WI-FI in Motion

##### Características de prestación

El rendimiento de los puntos de acceso debe ser performante tanto desde el punto de vista de la radio como por lo que se refiere a la gestión del cliente, del routing y las capacidades de ancho de banda disponibles. Deben tener las siguientes características:

1. Que concuerden con la norma IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n.
2. Estar preparados para la alimentación modo Power-over-Ethernet (PoE) según el estándar IEEE 802.3af, sin pérdida significativa de rendimiento.
3. Tener al menos un puerto Gigabit Ethernet, con indicadores de LED de diagnóstico.
4. Apoyar el mecanismo de "VLAN tagging" según el estándar 802.1q. El punto de acceso debe ser capaz de ser administrado en una "tagged VLAN".
5. Actualización automática en línea con el software apropiado sin necesidad de intervenciones en el campo, a partir del Centro de Control.
6. Ser del tipo Dual Radio (Band Unlocked)/Dual Band, capaz de ofrecer acceso a los clientes en 2,4 GHz o 5 GHz, o también facilitar una conectividad 5 GHz Mesh para conectar el punto de acceso no cableado (llamado puntos de acceso Mesh o MAP - Mesh Access points) con el punto de acceso cableado a la red wired (denominados punto de acceso Root o RAP - root Access points).
7. Soportar canales de 40MHz y velocidad de datos de hasta 300 Mbits/s en el estándar IEEE 20MHz 802.11n.
8. Cada punto de acceso tendrá que garantizar una conexión contemporánea de al menos 100 clientes.
9. Soportar al menos 8 SSID (Service Set Identifiers) por cada radio; por cada SSID será posible definir las políticas específicas de seguridad y autenticación.
10. Soportar las funciones de RF (Radio Frecuencia) avanzadas, tales como:
  - Conectividad Mesh multi-hop: El algoritmo de routing Mesh utilizado por el punto de acceso debe ser de tipo dinámico a fin de asegurar un routing eficiente, baja latencia en el nivel meshing, bajos gastos generales de routing, traspaso a alta velocidad incluso con el cliente en movimiento a la velocidad de diseño de las carreteras (130 km/h) y gran escalabilidad. Además, desde un RAP (root Access point) debe ser posible llegar, no sólo a otros nodos adyacentes, sino también los más distante a través de "saltos" de un MAP (punto de acceso mesh) a otro (llamados hop - saltos): la tecnología multi-hop limita el uso de conexiones cableadas.
  - Sistemas de antena MIMO 2x2 o superior: la tecnología MIMO implica el uso de múltiples antenas tanto en transmisión como en recepción con el fin de reducir drásticamente la interferencia incluso en entornos de propagación de radio particularmente hostiles (alta interferencia de otros aparatos o sistemas, presencia de obstáculos que impiden la visión directa intra-AP o entre AP y clientes, multipath fading [desvanecimiento por trayectos múltiples], etc.)

- Spatial multiplexing (multiplexación o multiplexado espacial): la multiplexación espacial se utiliza para transmitir dos o más corrientes espaciales utilizando dos o más antenas con el fin de duplicar el rendimiento de un canal inalámbrico, no sólo dentro de IEEE 802.11n sino también para clientes IEEE 802.11a/b/g.
  - Frame aggregation: la función de Frame Aggregation (Agregación de frame) implica un aumento en el rendimiento debido a que optimiza el envío de los data frame enviando dos o más data frame en una sola transmisión, reduciendo el impacto del overhead ("sobrecarga") sobre el uso de banda total.
11. Poder gestionarse a nivel de Centro de Control e individualmente, a través acceso CLI (Command Line Interface - Interfaz de línea de comandos) o GUI (Graphical User Interface - Interfaz gráfica de usuario).

### Funciones de seguridad

Cada punto de acceso debe incluir características de seguridad a nivel local:

1. Firewall integrado (cableado e inalámbrico). Las características del Firewall deben:
  - a. Incluir características de tipo L2/L3 stateful, role-based y Filtrado de IP: no se debe permitir el paso de tráfico a la red cableada sin pasar por la inspección role-based del Punto de Acceso.
  - b. Proteger los clientes wireless de ataques de tipo "Man in the Middle" (MITM) a través inspecciones dinámicas ARP del punto de acceso (prevención de "ARP cache poisoning - envenenamiento de la cache ARP").
  - c. Permitir la optimización segura del flujo de tráfico inspeccionándolo desde el punto de acceso antes de enviarlo a una VLAN local y sin pasar por el punto de acceso central.
  - d. Prevenir que ataques como "Denial of service - denegación de servicio" (DoS) y "storm - tormenta" de broadcast/multicast se propaguen hacia la red cableada sin pasar por el centro de control central.
2. Funciones de detección de intrusos wireless (es decir, funciones llamadas Sistema inalámbrico de detección de intrusos o WIDS - Wireless intrusion detection system - e Sistema inalámbrico de prevención de intrusos - Wireless intrusion prevention system - WIPS).
3. Servidor de autenticación (AAA).
4. Sistemas de cifrado:
  - WEP de 64 y 128 bits WPA-TKIP
  - WPA-PSK-TKIP
  - WPA-AES WPA-
  - PSK-AES WPA-
  - IEEE 802.11i WPA2-AES
  - WPA2-PSK-AES
  - WPA2-TKIP
  - WPA2-PSK -TKIP

### Funcionalidades de networking

Cada punto de acceso tendrá que incluir localmente las siguientes funcionalidades de red:

1. Servidor DHCP integrado.
2. Funcionalidades NAT integrada (Network Address Translation).

3. Funcionalidades integrada de gestión de la Calidad de Servicio (Quality of Service - QoS): WMM- PS/SIP CAC, WMM- UAPSD, IEEE 802.1p, DiffServ y TOS.
4. Capacidad local (es decir, integrada con el punto de acceso) para gestionar actualizaciones y configuración de firmware.
5. Layer 3 routing y protocolos 802.1q/p, DHCP Server/cliente, BOOTP Cliente, PPPoE y LLDP, load-balancing (balanceo de carga) de tráfico con limitación de velocidad y Bandwidth Management.
6. Funcionalidades de movilidad Layer 2 y Layer 3 (stateful roaming) .
7. Funcionalidades de roaming rápido: normalmente, la capacidad de roaming rápido de clientes entre puntos de acceso se administra a nivel central (es decir, desde el Centro de Control): sin embargo, incluso en ausencia del Centro de control, los puntos de acceso deben poder compartir las credenciales de autenticación negociadas con sus clientes con los otros puntos de acceso en la red. Esto permitirá a los clientes poder desplazarse de un punto de acceso a otro sin tener que volver a autenticarse cada cambio de punto de acceso.
8. VLAN extendidas cableada/inalámbrica: a nivel de VLAN, los puntos de acceso deben permitir extender la VLAN de la red cableada a la red inalámbrica, sin la necesidad de reconfigurar las VLAN cableada. Esto evita que la introducción de la red Wi-Fi cause cambios en las redes cableadas existentes y permite que los clientes inalámbricos accedan a las VLAN cableadas y se muevan entre las VLAN cableadas e inalámbricas.

#### 1.1.2.1.2 *Mobile Edge Computing (MEC)*

Multi-access Edge Computing (MEC) es una plataforma capaz de procesar datos e información cerca de la infraestructura de radio (independientemente de la tecnología de acceso utilizada (por ejemplo, 4G o Wifi), con una latencia significativamente reducida. MEC hace que funciones de red virtualizadas (Virtualized network functions) sean realidad para redes de radio de multi-tecnologías privadas y públicas. Debido a la naturaleza del software virtualizado, MEC es una tecnología flexible, escalable y eficiente. MEC es una tecnología normalizada por el ETSI Industry specification group (ETSI GS MEC 003 V1.1.1 (2016-03, ver también <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/multi-access-edge-computing>). La principal funcionalidad de la tecnología MEC es la introducción de ultra-baja latencia y alta capacidad, capaz de habilitar servicios en tiempo real para múltiples aplicaciones en el contexto del proyecto ANAS Smart Road. Los casos de uso más comunes para las tecnologías MEC son:

- Análisis de video (video analytics)
- Servicios de ubicación (location services)
- Internet de las cosas (IoT)
- Distribución optimizada y local de contenidos

En el contexto de la visión ANAS Smart Road, las tecnologías MEC asociadas a la red de acceso inalámbrico basada en tecnología WiFi (tecnología que puede soportar - entre otras cosas - estándar clave para escenarios de movilidad como 802.11r/k) tienen el propósito de permitir una distribución y recolección de contenidos de Smart Phones mediante el establecimiento de sesiones TCP cuanto más locales y estables (estabilidad obtenida gracias a la baja latencia), permitiendo por ejemplo la transferencia de una cantidad de datos significativa en el corto período de asociación y conexión entre clientes Wi-Fi en movimiento a velocidades de autopista y Puntos de acceso. Para cada sección de 30 km, se debe proporcionar la instalación de una plataforma de tecnología Mec instalada en un servidor dedicado; ese servidor se encontrará dentro de la taquillas de los equipos de transmisión por fibra óptica.

### 1.1.2.2 Conectividad Sistema V2I

En los párrafos siguientes se habla de los principales estándares de conectividad V2I, el estándar IEEE 802.11p y la arquitectura de comunicación en los ITS (Intelligent Transportation System) indicada en los estándares ETSI.

Los ITS (Intelligent Transportation System) son sistemas que presentan tecnologías avanzadas de información y comunicación para mejorar la seguridad de la conducción y de las personas, seguridad y protección de vehículos y mercancías, calidad, así como la eficiencia de los sistemas de transporte de pasajeros y mercancías. Los ITS cumplen con los estándares internacionales y nacionales.

Las tecnologías de vehículo a infraestructura (V2I) tienen el objetivo principal de prevenir los accidentes de tráfico causados por errores y distracciones del conductor, gracias a la capacidad de reconocer situaciones de posibles colisiones y peligros potenciales antes que el automovilista. El V2I se basa en el intercambio de información entre los vehículos y la infraestructura, la comunicación explota la tecnología DSRC (Dedicated Short Range Communications) para el intercambio de datos, tales como la ubicación de cada vehículo, la velocidad relativa, la dirección y posible desaceleración. Los dispositivos que permiten la comunicación con el usuario de la carretera se pueden instalar directamente a bordo en el caso de vehículos nuevos o pueden estar sujetos a "aftermarket - mercado secundario" en el caso de vehículos existentes o, incluso, se pueden usar dispositivos de comunicación personal (por ejemplo: dispositivo móvil, tableta, etc.).

La comunicación inalámbrica DSRC es bidireccional y permite la mensajería rápida y segura para aplicaciones de seguridad vial, donde el "short range" depende del entorno.

La tecnología DSRC garantiza/asegura:

- Adquisición rápida de red: las comunicaciones deben ser rápidas y actualizadas en tiempo real;
- Baja latencia de transmisión: las aplicaciones de seguridad vial deben ser capaces de reconocer y transmitir mensajes sin demoras con latencias de transmisiones de menos de 50 ms;
- Alta confiabilidad: las aplicaciones relacionadas con la seguridad vial también deben garantizar el funcionamiento a alta velocidad y en todas las condiciones climáticas
- Prioridad: las aplicaciones relacionadas con la seguridad tienen prioridad sobre las aplicaciones no relacionadas con la seguridad vial;
- Seguridad y privacidad: el DSRC garantiza sistemas de autenticación y privacidad.

Algunas aplicaciones de las comunicaciones DSRC se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Visualización de la presencia de vehículos en puntos ciegos (blind spot - punto ciego);
- Señalización de colisión inminente;
- Indicación de frenado repentino del vehículo anterior;
- Señalización de la imposibilidad de adelantamiento (puntos ciegos);
- Señalización aproximación vehículos de emergencia;
- Señalización de vuelco de vehículo;
- Señales a bordo;
- Permisos y señalización presencia de transporte pesado;
- Señalización vehículo junto al cambio de carril;
- Señalización de vehículo contrasentido.

Las comunicaciones ITS, sobre la base de lo establecido por el plan Nacional de Atribución de Frecuencias, se producen en ancho de banda dedicado que asegura una mínima interferencia ya que no hay operadores preexistentes que operan acerca de dichas frecuencias.

El ETSI (European Telecommunications Standards Institute) establece normas y estándares a nivel europeo incluso en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Information and Communications Technologies - ICT).

Dentro de los ITS, el ETSI ha publicado dos estándares relacionados con los mensajes intercambiados entre vehículos e infraestructuras o entre vehículo y vehículo:

1. Las especificaciones del Cooperative Awareness Basic Service (Servicio Básico de Conciencia Cooperativa): esta norma describe las especificaciones del **CAM (Cooperative Awareness Message - Mensaje de Conciencia Cooperativa)**, es decir, los mensajes intercambiados entre el vehículo y la infraestructura (ver ETSI EN 302 637-2).
2. Las especificaciones del Decentralized Environmental Notification Basic Service (Servicio Básico de Notificación Ambiental Descentralizada): esta norma describe las especificaciones del **DENM (Decentralized Environmental Notification Message - Mensaje de Notificación Ambiental Descentralizada)**, es decir, los mensajes enviados a vehículos relacionados con eventos de alarma que ocurren en la carretera, como tráfico excesivo (ver ETSI EN 302 637-3).

Para apoyar la comunicación V2I y / o V2V y, por lo tanto, el intercambio de información, el Ministerio de Infraestructura y Transporte ha hecho hincapié sobre la necesidad de contar con plataformas integradas de comunicación **basadas en los estándares ETSI G5 DSRC**.

La tecnología ETSI G5 describe las bandas de frecuencia para la comunicación entre V2V o V2I como se indica en la siguiente tabla (ver ETSI EN 302 663):

Tabla 1 – Bandas de frecuencia para la comunicación V2U y U2I

	Rango de frecuencia (MHz)	Aplicaciones
ITS-G5D	Desde 5905 hasta 5925	Aplicaciones ITS futuras
ITS-G5A	Desde 5875 hasta 5905	Aplicaciones ITS relativas a la seguridad vial
ITS-G5B	Desde 5855 hasta 5875	Aplicaciones ITS de no seguridad
ITS-G5C	Desde 5470 hasta 5725	RLAN (WLAN)
CEN DSRC	Desde 5795 hasta 5815	Cobro de peaje electrónico

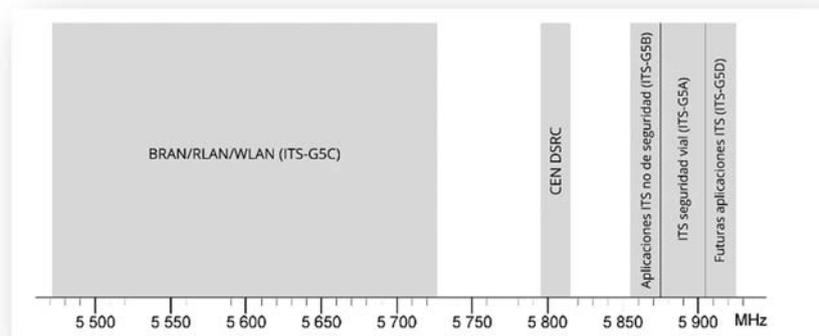


Figura 4 - Banda de frecuencia para la comunicación entre V2U o U2I

La figura de arriba muestra la banda de frecuencia europea establecida por el ETSI G5 y por la **Dedicated Short Range Communication DSRC (Comunicación Dedicada a Corto Plazo)** y utilizada para el cobro de peaje electrónico.

La DSRC incluye las siguientes unidades:

- **On Board Unit OBU (Unidad a Bordo):** aparatos equipados con antena para ser utilizados en vehículos de carretera o ferroviarios (ver estándar ETSI EN 300 647-2-2);
- **Road Side Unit RSU (Unidad Lateral de Carretera):** aparatos equipados con antena para ser utilizados en infraestructuras de carretera y de autopista (ver ETSI EN 300 647-2-1).

La introducción de la banda de frecuencia de la DSRC llevó al desarrollo **del estándar 802.11p utilizado en la comunicación V2V y V2I.**

La **IEEE 802.11p** es una enmienda del estándar 802.11p que añade unos procedimientos y **modifica algunos parámetros a nivel del Medium Access Control MAC (Controlo de Acceso al Medio) y del Physical Layer PHY (Capa Física)** para posibilitar y reglamentar la comunicación en entornos vehiculares. Las modificaciones conciernen sobre todo el estándar 802.11a que opera a la frecuencia de 5GHz, mientras que la frecuencia utilizada por el nivel PHY 802.11p es de 5.9 GHz.

#### Arquitectura de la comunicación en los ITS (ITSC)

El Intelligent Transportation System Communication ITSC (Comunicación de Sistema del Transporte Inteligente) es el sistema de comunicación que se aplica a los transportes como muestra la siguiente figura (ver ETSI EN 302 665):

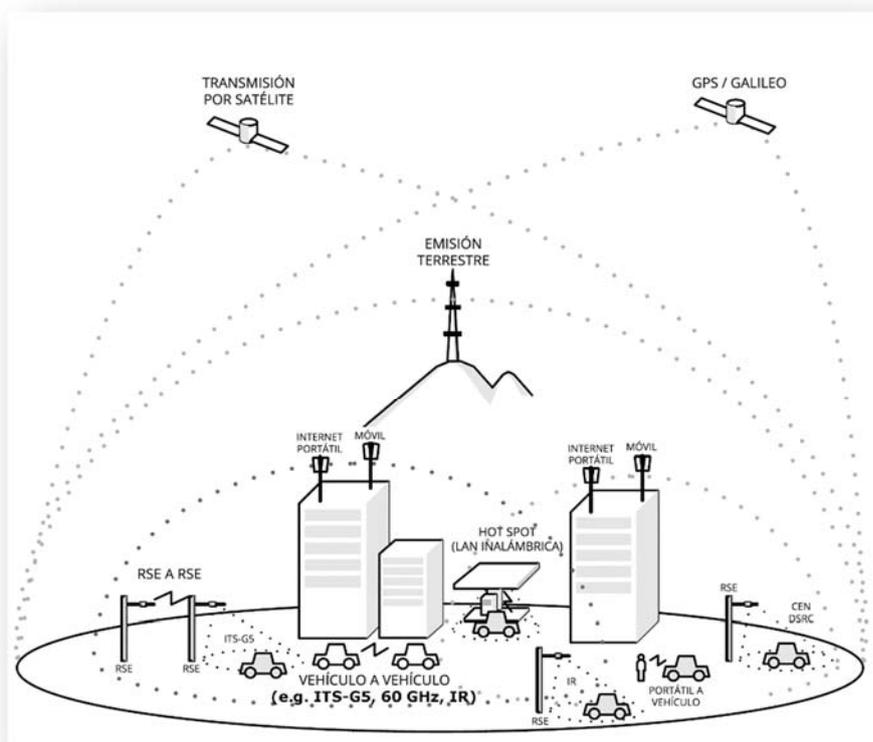


Figura 5 - Simplificación del escenario de comunicación ITS

Los subsistemas principales involucrados en el ITSC son:

- **Los dispositivos móviles** de los usuarios que recorren la carretera;
- Los vehículos (automóviles, camiones, etc.);

- Las infraestructuras de carretera (túneles, portales, etc.);
- **El Sistema Central** que gestiona y monitoriza las infraestructuras de carretera. En el caso de ANAS el sistema central es el sistema RMT.

Cada uno de los subsistemas mencionados anteriormente contienen una estación ITS que, según el contexto, puede presentar uno o más componentes funcionales como muestra la siguiente figura:

A continuación se pueden observar las figuras de detalle de las estaciones ITS del subsistema "Vehículo", del subsistema "Infraestructura" y del subsistema "Sistema Central":

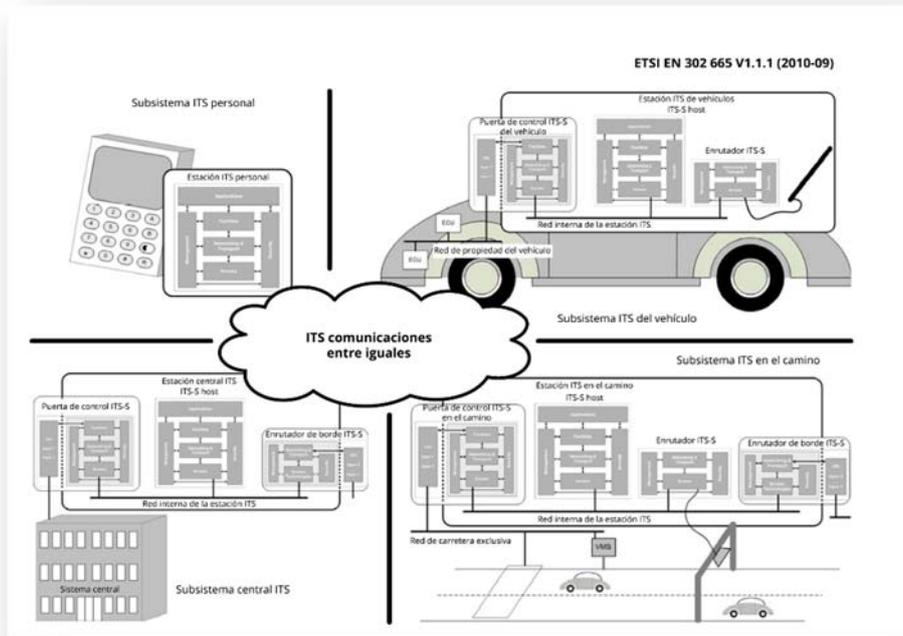


Figura 6 - Simplificación sistemas ITS

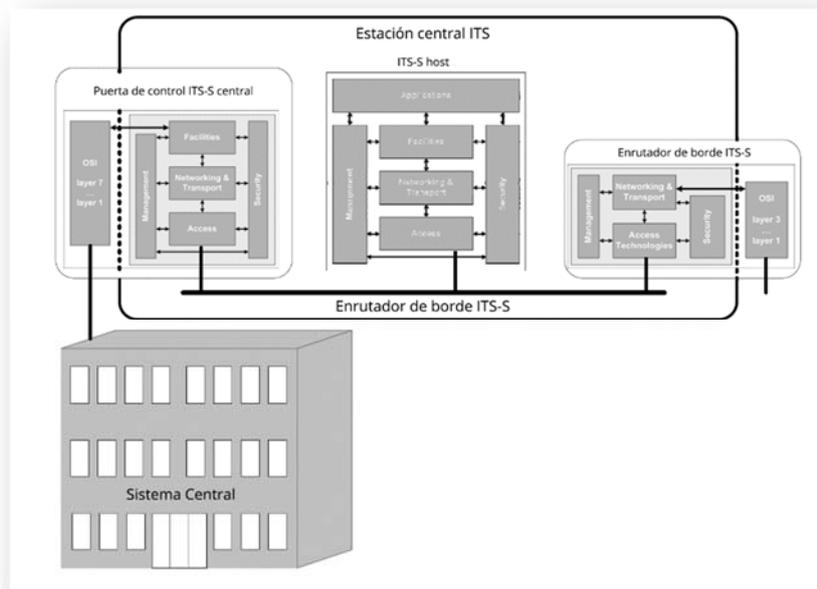


Figura 7 - Simplificación estación ITS "Sistema Central"

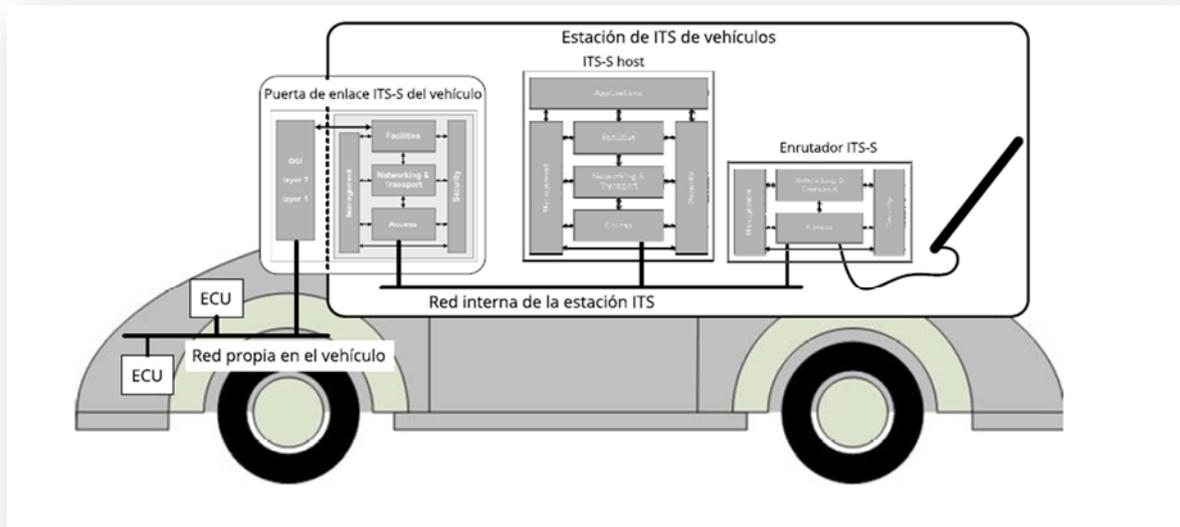


Figura 8 - Simplificación estación ITS "Vehículo"

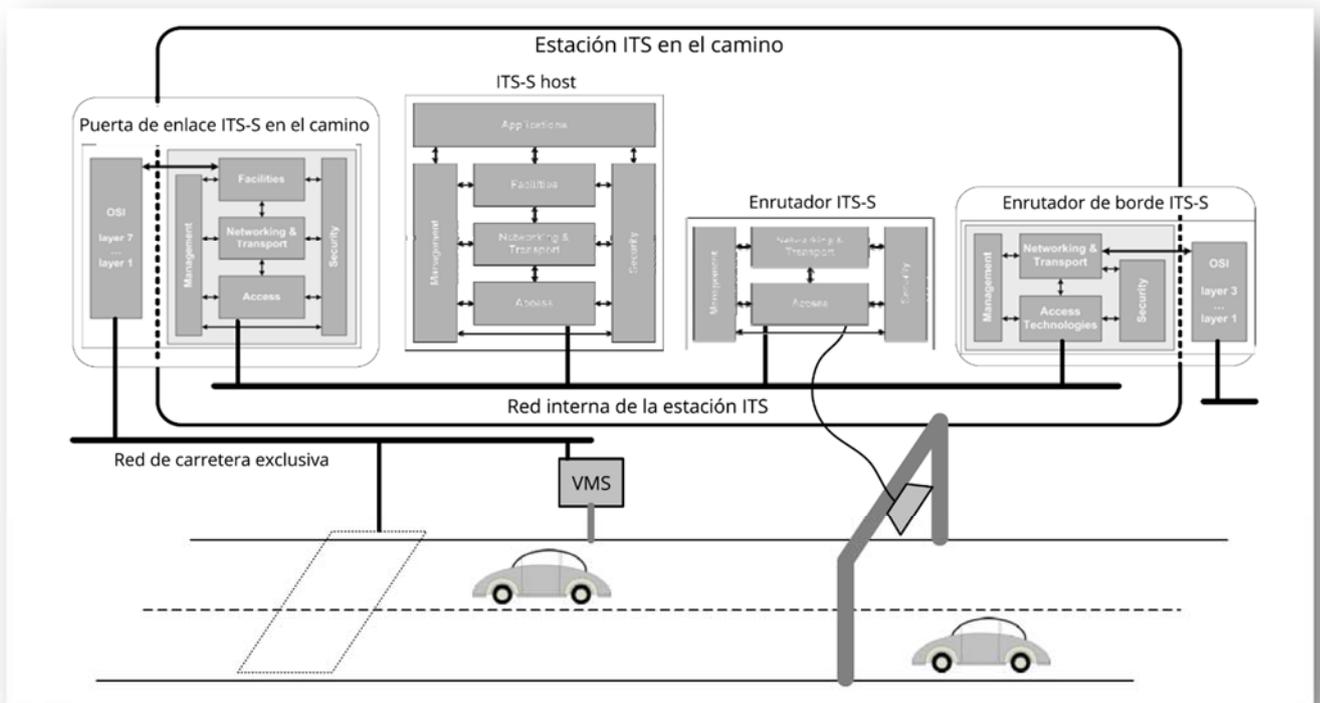


Figura 9 - Simplificación estación ITS "Infraestructura"

Los componentes funcionales de las estaciones ITS representados arriba son:

- **ITS-S host (central):** contiene las aplicaciones ITS y sus funciones necesarias;
- **ITS-S gateway:** conecta el subsistema (vehículo, infraestructura, sistema central) con su red ITS interna;

- **ITS-S router (encaminador):** conecta dos protocolos ITS es decir la red ITS interna de la estación ITS y una red ITS externa;
- **ITS-S border router (encaminador de borde):** sirve para gestionar y conectar todos los sistemas y los aparatos que se encuentran en la red del gestor de la infraestructura. En particular la red del gestor podría seguir estándares de comunicación diferentes de los que son propios del ITS, por ejemplo MPLS o internet. El conjunto de las instalaciones que pertenecen al gestor de las infraestructuras incluye también los subsistemas "Infraestructuras" involucrados en el ITSC.

Los componentes funcionales de las estaciones ITS (ITS-S host, ITS-S gateway, ITS-S router e ITS-S border router) presentan una arquitectura general que **sigue los principios del Modelo Open System Interconnection OSI (Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos)**. Con excepción del ITS-S host, cada componente funcional presenta secciones específicas de la arquitectura general que se pueden observar en la siguiente figura (ver ETSI EN 302 665):

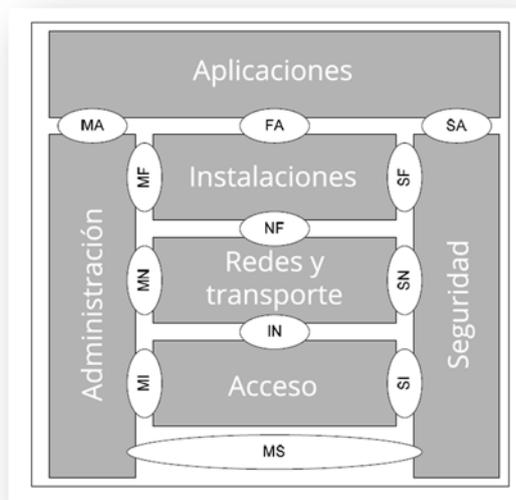


Figura 10 - Arquitectura de las estaciones ITS

Los tres bloques centrales de la arquitectura presentan las funciones del modelo OSI, en particular:

- el bloque **"Access" (Acceso)** representa los layer (capa) 1 y 2 del modelo OSI;
- el bloque **"Networking & Transport" (Red y Transporte)** representa los layer 3 y 4 del modelo OSI;
- el bloque **"Facilities" (Instalaciones)** representa los layer 5, 6 y 7 del modelo OSI.

Los bloques que aparecen en la arquitectura están interconectados a través de interfaces o "Service Access Point - SAP (Punto de Acceso al Servicio de Red)" (ej. MI, MN, MF, etc.).

Aunque el concepto de layer en el modelo OSI se refiere solo a layer individuales, en la arquitectura de las estaciones ITS cada layer contiene a su vez otro conjunto de funciones que se denominan "Cross-layer functionality" (ver ETSI EN 302 665):

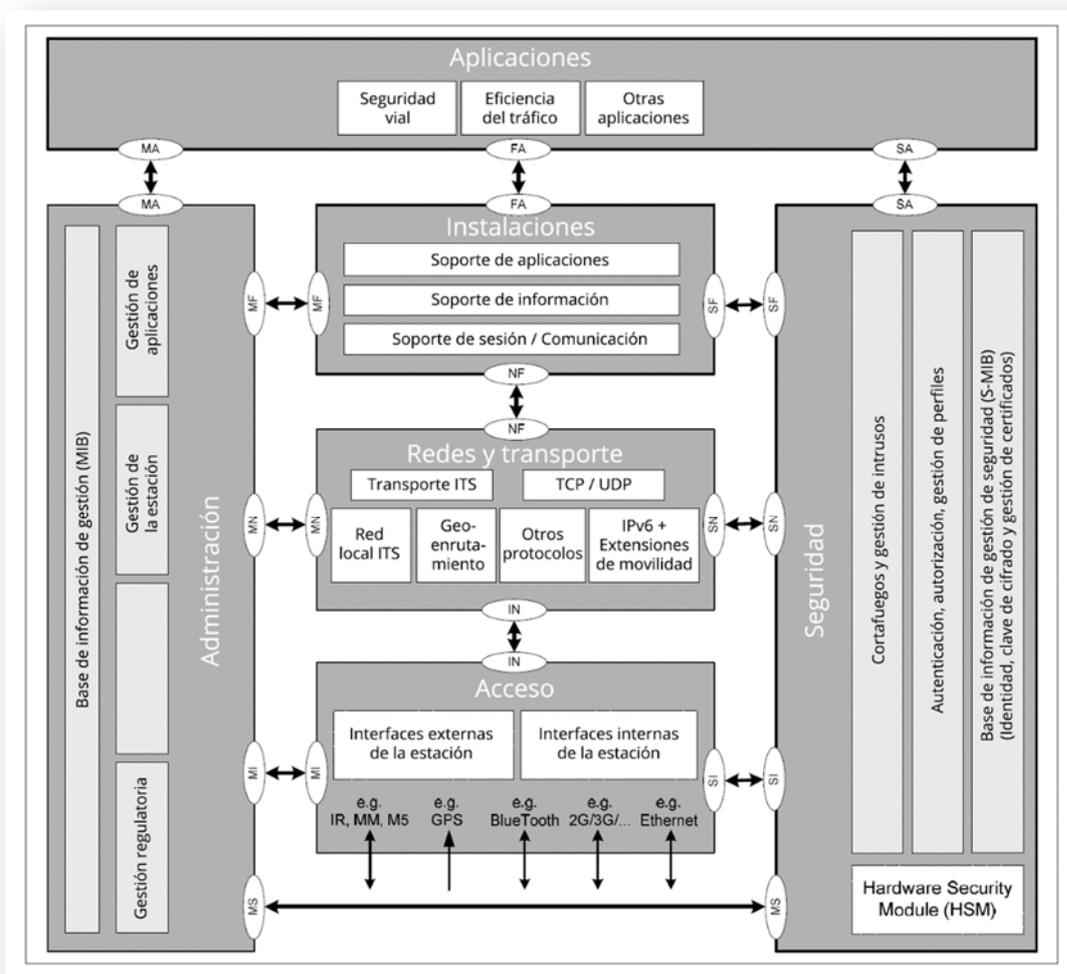


Figura 11 - Funciones de la arquitectura de las estaciones ITS

En los párrafos siguientes se analizan las estructuras de detalle de los seis bloques de la arquitectura de las estaciones ITS.

### Applications Layer (Capa de Aplicaciones)

El Applications Layer representa las aplicaciones ITS utilizadas para proporcionar servicios ITS de un usuario a otro por ejemplo el intercambio de información entre vehículo y vehículo o entre vehículo e infraestructura.

A continuación se puede observar el detalle del Applications Layer (ver ETSI EN 302 665):



Figura 12 - Funciones de detalle del Applications Layer

El Applications Layer incluye tres categorías de aplicaciones: **Road Safety (Seguridad Vial)**, **Traffic Efficiency (Eficiencia del Tráfico)** y **Other Applications (Otras Aplicaciones)**.

En la tabla que sigue figuran por cada categoría de aplicación los relativos casos de utilización (ver ETSI TR 102 638):

*Tabla 2 - Categorías de Aplicaciones y relativos casos de utilización*

Categorías de Aplicaciones	Aplicaciones	Utilizaciones	Day C-ITS Services List (Lista de Servicios)
Seguridad Vial activa	Conducción Asistida/Información para la seguridad	Indicación presencia medios de socorro	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación vehículo lento	Day 1 C-ITS Services List
		Alerta colisión en proximidad de vías interurbanas	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación Motociclista	
	Conducción Asistida/Indicación Peligros	Luz de Freno de emergencia electrónica en frenada	Day 1 C-ITS Services List
		Alerta conducción a contramano	
		Indicación vehículo parado por accidente	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación vehículo parado por avería	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación condiciones del tráfico	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación infracción de señalización vial	Day 1 C-ITS Services List
		Indicación presencia de obras en carretera	Day 1 C-ITS Services List
		Alerta riesgo de accidente	Day 1 C-ITS Services List
		Información procedente del vehículo/lugar de riesgo	
		Información procedente del vehículo/precipitaciones atmosféricas	
		Información procedente del vehículo/adherencia del pavimento	
Información procedente del vehículo/visibilidad			
Información procedente del vehículo/viento			
Eficiencia Tráfico	Gestión de la velocidad	Indicación límites de velocidad	Day 1 C-ITS Services List
		Velocidad aconsejada en proximidad de semáforo	
	Navegación Cooperativa	Información tráfico y rutas aconsejadas	Day 1.5 C-ITS Services List
		Indicación tramos cerrados/rutas alternativas	Day 1.5 C-ITS Services List
		Navegación asistida	
Repetición señalización vial a bordo	Day 1.5 C-ITS Services List		
Servicios Cooperativos locales	Servicios basados en la localización	Indicación puntos de interés	Day 1.5 C-ITS Services List
		Control automático de los accesos y gestión de zonas de estacionamiento	Day 1.5 C-ITS Services List
		ITS para comercio electrónico	
Media Downloading			
Servicios Internet	Servicios para la conectividad	Servicios de seguro/financieros	Day 1.5 C-ITS Services List
		Gestión de flota	
		Gestión zonas de carga	
	Gestión del ciclo de vida Estaciones ITS	Software vehículo/recolección y actualización de datos	
Calibración base de datos vehículo			

La estrategia europea relativa a los sistemas C-ITS, publicada en Bruselas el 30/11/2016, contiene una lista de servicios que los sistemas de transporte inteligente deben proporcionar a los usuarios a lo largo de las redes viales europeas. La tabla de arriba muestra el conjunto de los servicios proporcionados a los usuarios de la Smart Road (Carretera Inteligente) repartidos en categorías de aplicaciones, con referencia a los servicios de los C-ITS incluidos en dicha estrategia europea.

La lista de servicios proporcionados por los sistemas C-ITS, que desde el punto de vista tecnológico ya están maduros, debería implementarse de manera rápida, para que todos los usuarios finales y la sociedad en su conjunto puedan utilizarlos cuanto antes. Dicha lista de servicios ya disponibles se denominó lista de servicios C-ITS Day 1.

En un segundo momento, deberán proporcionarse los servicios que pertenecen a una segunda lista de servicios, denominada Day 1.5, dicha lista incluye un conjunto de servicios cuyos estándares completos o indicaciones podrían todavía no estar disponibles desde el punto de vista tecnológico para la distribución a gran escala a partir de 2019, aunque en general se consideran como ya existentes.

### Facilities Layer (Capa de Instalación)

El Facilities Layer proporciona soporte para las Aplicaciones ITS, en particular está estructurado de manera que proporcione las funciones genéricas especificadas en las aplicaciones y en los relativos casos de utilización.

A continuación figura el detalle del Facilities Layer (ver ETSI TR 102 638):

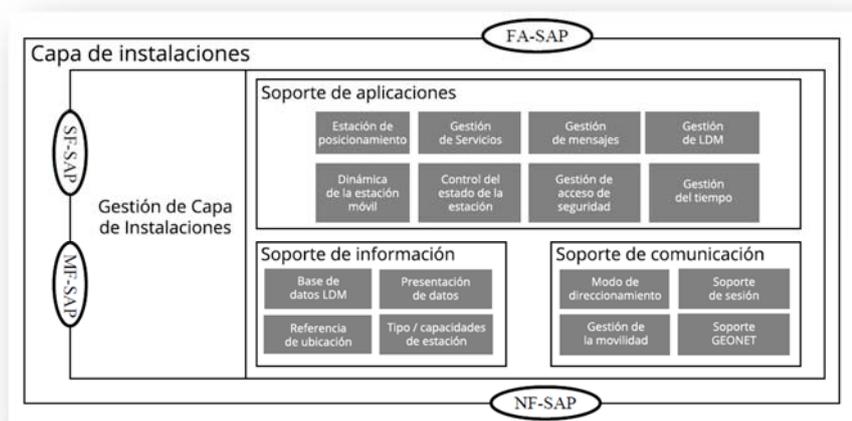


Figura 13 - Funciones de detalle del Facilities Layer

El Facilities Layer se compone de tres secciones principales:

- 1 **Application Support (Soporte de Aplicación):** kernel (núcleo) de las funciones comunes para el soporte del Application Layer;
- 2 **Information Support (Soporte de Información):** repository (depósito) de la información estadística y dinámica utilizada por el Facilities Layer y a la que se puede acceder a través de las aplicaciones;
- 3 **Communication Support (Soporte de Comunicación):** gestor de las diferentes formas de comunicación.

### Networking & Transport Layer (Red y Capa de Transporte)

El Networking & Transport Layer contiene los protocolos de red y de transporte y su gestión.

A continuación se puede observar el detalle del Networking & Transport Layer (ver ETSI EN 302 665):

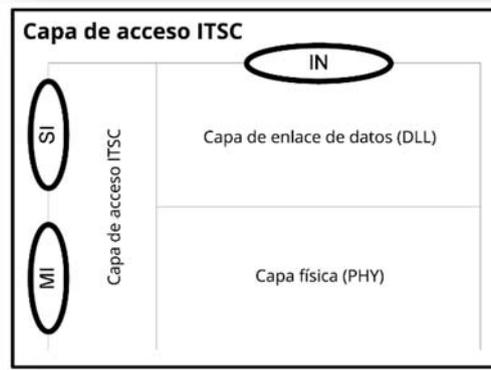


Figura 14 . Funciones de detalle del Networking & Transport Layer

### Access Layer (Capa de Acceso)

El Access Layer se compone de tres secciones principales:

1. **Physical Layer PHY:** conectado de manera física con el medio de comunicación;
2. **Data Link Layer DLL (Capa de Enlace de Datos):** repartido en Medium Access Control (MAC) que gestiona los accesos al medio de comunicación y el Logical Link Control LLC (Controlo de Enlace Lógico);
3. **Layer Management (Capa de Gestión)** que gestiona directamente el Physical Layer y el Data Link Layer.

A continuación figura el detalle del Access Layer (ver ETSI EN 302 665 ETSI EN 302 663):

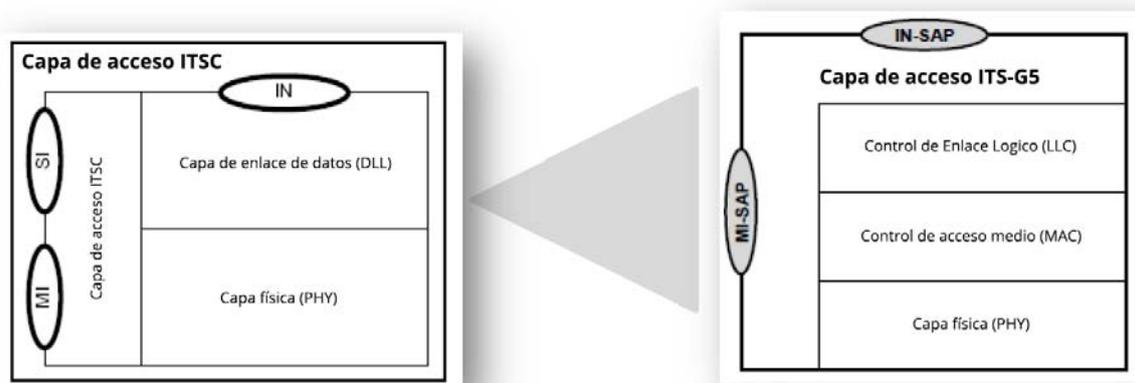


Figura 15 - Funciones de detalle del Access Layer

### Physical Layer (Capa Física)

El Physical Layer está estrechamente relacionado con la transmisión del mensaje entre las estaciones ITS (vehículo, infraestructura y sistemas móviles de los usuarios).

A continuación se pueden observar la figura y la tabla explicativa del Protocol Data Unit (Unidad de Datos del Protocolo) del Physical Layer (ver ETSI EN 302 663):

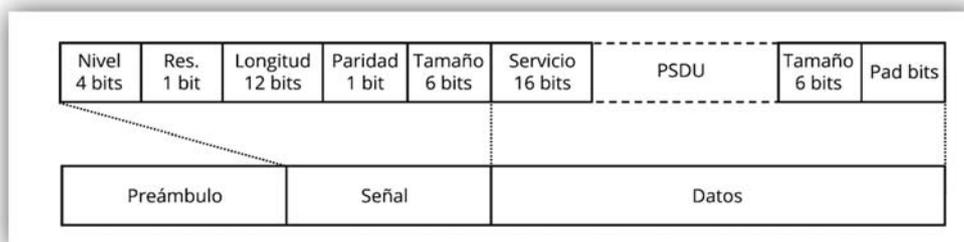


Figura 16 - Protocol Data Unit del Physical Layer

Tabla 3 - Protocol Data Unit del Physical Layer

Campo	Subcampo	Descripción	Duración
Preámbulo	N/A	Sincronización del receptor. Consiste en una secuencia de entrenamiento corta y larga.	32
Señal	Nivel	Especifica la velocidad de transferencia a la que se transmitirá el campo de datos en la PPDU.	8
	Reservado	Para uso futuro.	
	Longitud	La longitud del paquete.	
	Paridad	Bit de paridad.	
Datos	Tamaño	Se utiliza para facilitar la decodificación y el cálculo de subcampos de velocidad y longitud.	Dependiendo de la tasa de transferencia seleccionada y la longitud del paquete.
	Servicio	Se utiliza para sincronizar el desaleatorizador en el receptor.	
	PSDU	Los datos de la capa MAC, incluidos el encabezado y el avance, es decir, MPDU.	
	Pad bits	Se agregaron bits para alcanzar un múltiplo de bits codificados en el símbolo OFDM (es decir, 48, 96, 192, 288, consulte la Tabla B.1).	

### Medium Access Control (Control de Acceso al Medio)

El Medium Access Control gestiona el flujo de envío y recepción del mensaje para minimizar las interferencias en el sistema y aumentar la probabilidad de recepción completa del mensaje.

A continuación figura el esquema del flujo de envío y recepción del mensaje (ver estándar ETSI EN 302 663):

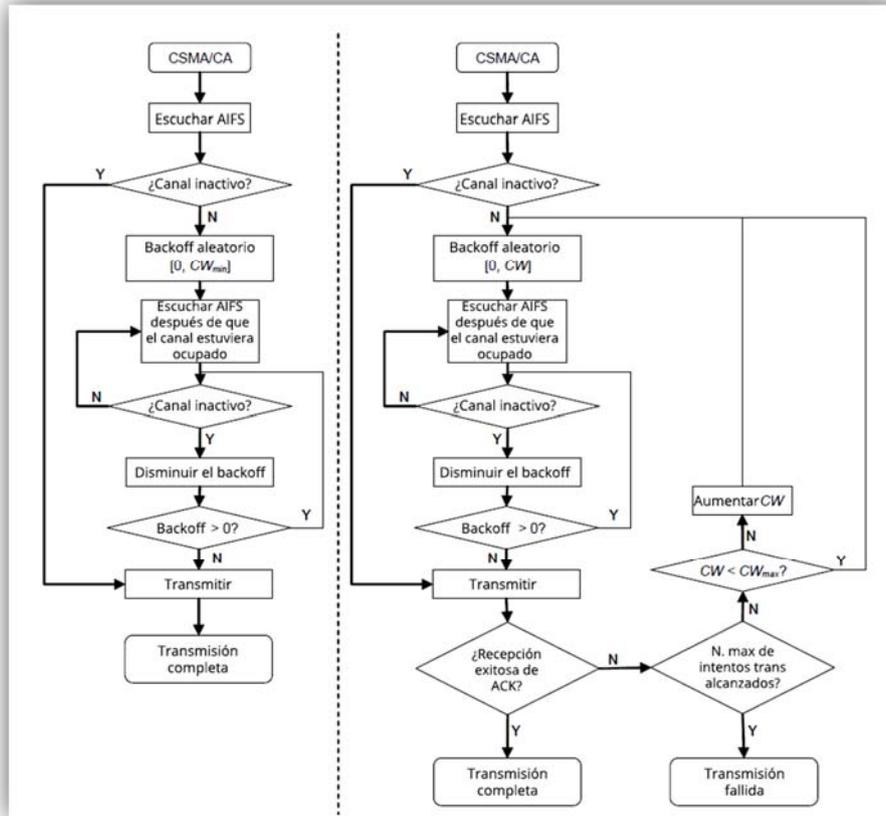


Figura 17 - Flujo de recepción del mensaje

### Management Layer

El Management Layer gestiona la comunicación transversal de la estación ITS, en particular se ocupa de la gestión de la red, de los servicios de comunicación y de los servicios de publicidad.

A continuación se puede observar el detalle del Management Layer (ver ETSI EN 302 665):

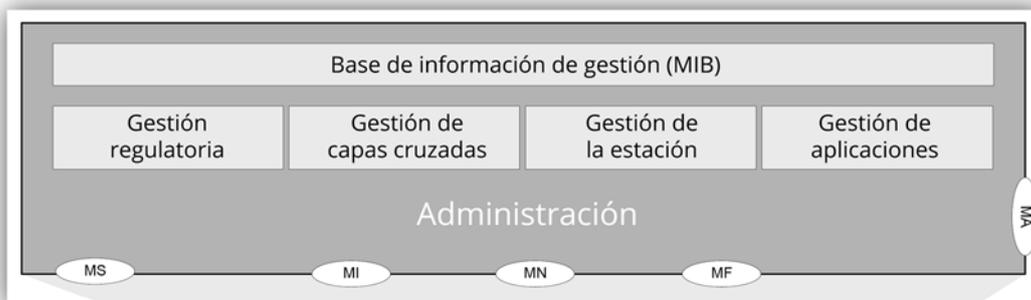


Figura 18 - Management Layer

### Security Layer (Capa de Seguridad)

El Security Layer contiene las funciones relativas a la seguridad informática, en particular sirve para la gestión de intrusiones, autenticaciones, autorizaciones, certificaciones, seguridad de la información y módulos de seguridad hardware.

A continuación figura el detalle del Security Layer (ver ETSI EN 302 665):

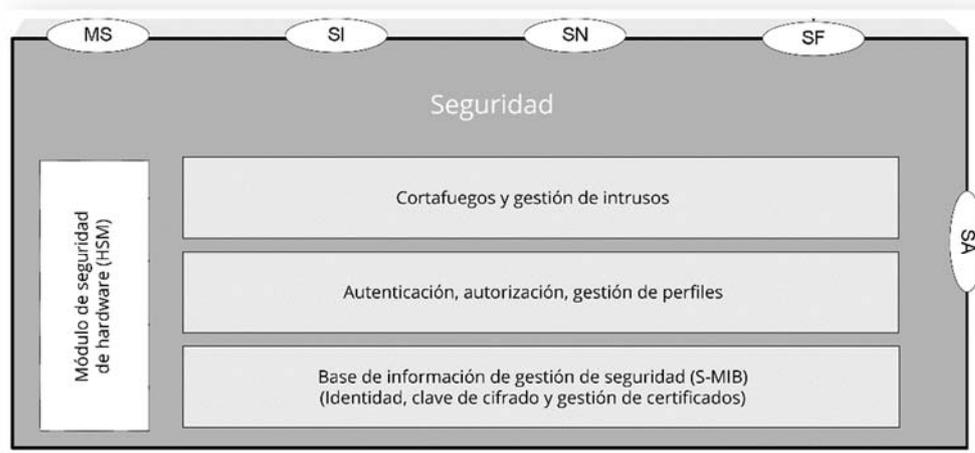


Figura 19 - Funciones de detalle del Security Layer

#### 1.1.2.2.1 Road Side Unit

En este párrafo se definen las técnicas específicas de las Road Side Unit (RSU), módulos radio basados en la tecnología WLAN industrial y utilizados para la comunicación entre infraestructura y On Board Unit (OBU), dispositivos instalados en los vehículos. Cada RSU además de tener funciones de transmisión y recepción, procesa y envía datos al centro de control del sistema.

Las RSU deben programarse para el montaje sobre soporte y deben instalarse a una altura superior a 4m. Las RSU deben transmitir la información local de manera selectiva y en tiempo real a los usuarios de la carretera a través de la comunicación dedicada a corto plazo DSRS (Dedicated Short Range Communication) según el estándar ETSI ITS-G5. Además deben estar equipadas con interfaces adicionales de comunicación como Ethernet, LTE y WLAN estándar.

Las RSU deben tener las funciones de Layer 2 y Layer 3 y deben poderse actualizar de forma automática a través de la red wired (cableada) y sin necesidad de intervenciones prácticas a través del centro de control.

Las RSU deben garantizar data rate (velocidad de transmisión de datos) en transmisión y en recepción de 6 Mbit por segundo, tanto para el canal de información como para el canal de servicio con data rate total mayor o igual a 12 Mbit/s. El canal de información sigue el estándar establecido en las indicaciones ETSI ITS-G5 mientras que el canal de servicio está controlado por el gestor del sistema según los protocolos estándar de comunicación para utilizaciones específicas.

Las RSU deben ser robustas para garantizar un gran rendimiento en todas las condiciones ambientales y deben tener un nivel de protección IP67 y poder operar en un intervalo de temperatura entre -20°C y +65° C. Todas las conexiones de la RSU deben ser de fácil acceso desde el exterior de la envoltura que, por razones de seguridad, debe estar cerrada con sellos específicos para una señal visual en caso de apertura ilícita de la misma.

### 1.1.3 Tecnologías adicionales de comunicación de datos que se pueden implementar en la Smart Road

Para salvaguardar y valorar a lo largo del tiempo las inversiones en los sistemas Smart Road, ANAS mira con atención a la evolución de los sistemas de conexión que se basan en la tecnología móvil también en etapa experimental y todavía no disponible a escala industrial. De hecho, además de dos sistemas de conexión inalámbrica previstos, la arquitectura altamente adaptable de la infraestructura de datos de la Smart Road, permitirá también el desarrollo de una posible infraestructura de tipo celular compuesta por small cells gracias a una simple instalación de pequeños aparatos de telecomunicación utilizados tanto de manera complementaria como de manera autónoma con respecto a las celdas de radio de la telefonía móvil. Eso hará que la Smart Road pueda incorporar un sistema híbrido de comunicación de datos e implementar también los sistemas que se basaban sobre todo en la release 14 del 3rd Generation Partnership Project 3GPP LTE-V (Proyecto Asociación de Tercera Generación), que incluye la comunicación Vehicle-to-Everything V2X (Vehículo-Todo) que se centra de manera directa en la comunicación Vehicle-to-Infrastructure V2I (Vehículo-Infraestructura) Vehicle-to-Vehicle V2V (Vehículo-Vehículo), y en el área de comunicación Vehicle-to-Network V2N (Vehículo-Red), hasta llegar al siguiente estándar más desarrollado 5G, que se caracteriza por una ultra-low latency (latencia muy baja) y un alto throughput (flujo de datos o rendimiento).

### 1.1.4 Site Survey (Inspección del Sitio)

Para que la disposición de los AP y de las RSU sea lo más eficiente posible, será necesario realizar el site survey independientemente de la solución y del número de AP wifi y de las RSU, la cobertura de las áreas interesadas debe estar completa. Además es fundamental un estudio de planificación para la instalación de los AP wifi y de las RSU a lo largo del recorrido de la carretera interesado a través de un software de simulación de cobertura de radiofrecuencia.

El software deberá utilizar mapas digitales en 2D/3D que modelen con precisión las áreas y los obstáculos a la propagación e indiquen el nivel de la señal RF (RSSI) con áreas de diferente color, para conocer con antelación el funcionamiento del sistema wifi desde el punto de vista de la RF. Es necesario que el nivel mínimo de señal RF recibido por un dispositivo sea mayor o igual a -65 dBm y que la relación entre la señal útil y el nivel de interferencia y ruido sea bastante alta, para garantizar el correcto funcionamiento también del servicio Voice Over IP VoIP (Protocolo de Trasmisión de la Voz por Internet).

Además es importante que se lleve a cabo un site survey también después de la instalación de los nuevos AP y de las RSU para detectar discrepancias entre la simulación software inicial y el real estado de funcionamiento. En todo caso, el site survey deberá obligatoriamente incluir el report (informe) y el visual mapping (mapa visual) de los siguientes parámetros:

- posicionamiento y cobertura de los Access Point y de las RSU;
- distribución y potencia de la señal;
- relación señal/ruido;
- interferencias;
- data rate.

### 1.1.5 Centro de Control Smart Road

Para la gestión de toda la infraestructura hay dos sistemas diferentes de Centro de Control:

- Centro de Control Remoto (CCR) que corresponde a las funciones RMT proporcionadas o de manera central o a través de las sedes territoriales donde está instalada la plataforma software para la gestión y el control de la red alamburada IP-MPLS de backbone (dorsal o red principal);
- Centro de Control Local (CCL) donde está ubicado el Centro de Datos y los aparatos y los dispositivos para la producción, distribución, transformación y storage (almacenamiento) de energía eléctrica.

El Centro de Datos del Centro de Control Local se compondrá de diferentes plataformas de servidor (hardware), en las que se instalarán las plataformas software de gestión y control de los varios sistemas tecnológicos utilizados, en particular se encontrarán las siguientes plataformas:

- Plataforma software para gestionar las estaciones de recarga para vehículos eléctricos instalada en ordenador industrial específico;
- Plataforma software para monitorizar y controlar los datos energéticos instalada en ordenador personal específico;
- Plataforma software para monitorizar y controlar el sistema eléctrico instalada en ordenador industrial específico;
- Plataforma software para gestionar la Multi Function Smart Road Camera instalada en servidor específico;
- Plataforma software para gestionar y controlar el sistema wifi in-motion (en movimiento) instalada en servidor específico;
- Plataforma software para gestionar y controlar el sistema DSRC ETSI ITS G5 instalada en servidor específico;
- Plataforma software para gestionar y controlar la red wired IP-MPLS de segmento instalada en servidor específico;
- Plataforma software para gestionar y controlar los túneles de sistema Smart Tunnel (Túnel Inteligente) instalada en servidor específico;
- Plataforma software para gestionar y controlar el sistema de monitorización Internet of Things - IoT (Internet de las Cosas) instalada en servidor específico.

Para aumentar la adaptabilidad y la fiabilidad de la arquitectura en su conjunto, el entorno de virtualización debe basarse en una arquitectura de servidores físicos con propiedades de load balancing (equilibrio de carga) y redundancia.

La plataforma de virtualización debe permitir la migración "live" (en vivo) de las máquinas virtuales para permitir la máxima disponibilidad de los servicios durante las operaciones de O&M (Utilización y Mantenimiento).

Como soporte para cada sistema debe incluirse una plataforma de Storage Area Network (Red de Area de Almacenamiento) según el protocolo I-SCSI para compartir los discos virtuales y un Network Attached Storage (Almacenamiento Adjunto de Red) para realizar back-up (copias de seguridad).

Toda aplicación software de los diferentes aparatos utilizados deberá comunicar con el CCR y con el sistema RMT para posibilitar la gestión a distancia de los varios sistemas como por ejemplo:

- Sistema radio;
- Sistema Internet of Things (Internet de las Cosas);
- Sistema Smart Tunnel;
- Sistema de gestión carril dinámico;
- Sistema de monitorización infraestructuras;

- Sistema de monitorización Tráfico y Transporte de Mercancías;
- Sistema de monitorización ambiental;
- Sistema de monitorización e intervención de drones;
- Sistema de producción de energía
- Central tecnológica
- Sistema de distribución de energía

En cada "Green Island" (Área Verde) se instalará un CCL, interconectado con el CCR y el sistema RMT.

#### 1.1.5.1 Plataforma software de gestión de red wired (cableada)

La red principal MPLS y la red de segmento se gestionarán a través de una plataforma de alta fiabilidad, se instalarán en 2 servidores específicos, y cada una desempeñará las siguientes funciones:

- soporte para una multitud de servicios incluso VLL, VPLS, H-VPLS y IP VPN;
- suministro de servicios end-to-end (de extremo a extremo) con el método point&click, de manera centralizada;
- GUI user-friendly (de fácil utilización), que se basa en una interfaz con "Service Template" (Servicio de Plantilla) predeterminado;
- gestión centralizada de las alarmas que están conectadas a través de correlaciones inteligentes con los elementos de red y las instancias de Servicios específicas;
- diagnóstico y troubleshooting (solución de problemas) de manera centralizada y automática a nivel de la Infraestructura de red y de cada Servicio (Service OAM);
- discovery (descubrimiento) y visualización gráfica del nivel 2 y 3 de la red wired;
- gestión del routing (enrutamiento) IP y de las ACL de acceso;
- resiliencia y sincronización de tipo carrier-class (extremadamente fiable) entre la base de datos del sistema de gestión y los aparatos gestionados;
- seguridad basada en la utilización de específicas políticas de control de los privilegios de acceso de los operadores definiendo perfiles específicos, con la opción de atribuir user-id (identificación de usuario) y contraseña a través de protocolos de User Authentication (Autenticación de Usuario). Todos los inicios de sesión al sistema y las operaciones realizadas quedan almacenadas por razones de seguridad;
- estadísticas sobre el tráfico en tiempo real o histórico en cualquier punto de la red;
- acceso a la información sobre paquetes ofrecidos/reenviados/descartados a nivel de puerta y de servicio;
- análisis de pérdidas, jitter (fluctuación de fase), y retrasos;
- establecimiento de umbrales de los valores de pérdida, jitter y retraso cuya superación puede ser peligrosa;
- recolección de estadísticas sobre miles de servicios simultáneos sin impacto negativo en las CPU de nodos y sistemas de gestión;
- soporte de QoS (Quality of service - Calidad del Servicio);
- detalle temporal de tráfico enviado;
- toda información relativa al estado de cada nodo de segmento;
- actualización del firmware (soporte lógico inalterable) centralizado de cada nodo con indicación de posibles errores, defectos y restablecimiento de las condiciones iniciales;
- alarmas e indicaciones, como por ejemplo:

- problemas de actualización del firmware;
- averías hardware a la infraestructura;
- alarmas de seguridad;
- problemas de capacidad;

Los resultados de la monitorización de los diferentes parámetros de la infraestructura podrán consultarse en soporte visual y personalizado (gráficos, tablas, diagramas, etc.) para controlar la tendencia en tiempo real.

### 1.1.5.2 Centro de Control Local sistema wifi in Motion

El CCL de la red wifi, instalado en un servidor específico, deberá permitir el control, la configuración y la gestión de la red wifi desde un único punto centralizado. Las funciones y las capacidades necesarias del Centro de Control de la red son las siguientes:

1. Gestión centralizada de las configuraciones iniciales y siguientes de los Access Point wifi; el Centro de Control deberá poder gestionar al menos 300 Access Point, incluso de vendors (proveedores) diferentes.
2. Gestión jerárquica y simplificada de políticas y perfiles de usuarios y dispositivos de la infraestructura (Access Point).
3. Acceso por parte del administrador de red a través de una interfaz gráfica user-friendly de tipo Graphical User Interface GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) o Command Line Interface CLI (Interfaz de Línea de Comandos), que se basan en tecnologías Web UI, SSH.
4. Actualización firmware centralizado de los Access Point: el Centro de Control deberá proporcionar soporte también para la creación de perfiles para los diferentes tipos de aparatos del sistema de modo que envíe las actualizaciones firmware a grupos de aparatos o a toda la red. El proceso de actualización deberá indicar posibles errores y defectos; los aparatos deberán permitir salvar la versión firmware anterior y regresar al firmware anterior en caso de problemas con la nueva versión firmware.
5. Deberá ser posible programar el proceso de actualización, por ejemplo en las horas nocturnas.
6. Gestión de las políticas de Quality of Service (QoS) en las varias redes WLAN (Wireless Local Area Network) para permitir priorizar el tráfico en WLAN múltiples, según el tipo de tráfico soportado (navegación, VoIP, etc.); la QoS de una WLAN deberá contener:
  - a. protocolo WMM (wifi Multimedia) con capacidad WMM Power Save (Ahorro de Energía);
  - b. clasificación WMM del client (dispositivo) wireless (inalámbrico), que deberá contener tipos diferentes de perfiles de WLAN:
    - Tráfico Voz;
    - Tráfico Video;
    - Tráfico Normal (best effort);
    - Tráfico Low Priority (de Baja Prioridad).
  - c. Priorización de tipo SpectraLink Voice Priority (SVP).
7. Soporte de protocolos IEEE 802.11k e IEEE 802.11r;
8. Soporte de los Multicast Frames para data rate a velocidad más alta.
9. Soporte de roaming (itinerancia) de layer 2 y layer 3 y de la movilidad para client de un Access Point a otro;



10. Servidor DHCP integrado;
11. Soporte de la función de seguridad a nivel centralizado:
  - a. firewall (cortafuego) Stateful Layer (Capa de Indicación completa del estado) 2-7 integrado;
  - b. soporte de la función de Network Address Translation NAT (Traducción de Direcciones de Red);
  - c. soporte del protocolo IEEE 802.11i;
  - d. soporte del cifrado WPA2-CCMP (AES);
  - e. soporte del cifrado WPA2-TKIP;
  - f. soporte del cifrado WPA-TKIP;
  - g. soporte del protocolo TACACS.
12. Soporte de la función de Autenticación a nivel centralizado;
13. Protocolos IEEE 802.1x/EAP – Transport Layer Security (TLS), Tunnelled Transport Layer Security (TTLS), Protected EAP;
14. Soporte de protocolos SNMP v1,2 y 3;
15. Servidor integrado para la gestión de las comunicaciones Voice over IP (VoIP) de client (para desarrollos futuros);
16. El Centro de Control deberá contener funciones y herramientas de análisis y troubleshooting (solución de problemas);
17. Las herramientas de troubleshooting se podrán utilizar para detectar, analizar y solucionar de manera proactiva problemas como por ejemplo:
  - a. problemas de conectividad;
  - b. problemas de roaming;
  - c. insufficient performance (rendimiento insuficiente);
  - d. problemas de seguridad y de infracción de las políticas.

La captura de los paquetes de datos para analizar podrá determinarse tanto a nivel del Centro de Control como a nivel del Access Point, y también gracias a las interfaces físicas (puerta Ethernet, interfaz radio) y a las interfaces lógicas (VLAN, WLAN, etc.). Los datos podrán salvarse a nivel local o enviarse por correo electrónico o por FTP y exportarse en los formatos que se utilizan de manera frecuente como PDF, HTML o Excel/CSV.

Los Access Point deberán poder generar y gestionar una gran cantidad de datos de log (inicio de sesión), que después se agregarán y enviarán al Centro de Control o se gestionarán directamente a través de los Access Point, en caso de falta de conexión con el Centro de Control mismo. La captura de los paquetes de tráfico de un solo cliente wireless (dispositivo inalámbrico) que realiza el roaming de un Access Point a otro deberá distribuirse entre todos lo Access Point involucrados en la transmisión de los paquetes, a pesar de que dicha transmisión se realice desde la red wired hasta la red wireless o viceversa, para llevar a cabo el análisis del funcionamiento de cada cliente.

Las herramientas de troubleshooting deberán incluir tanto el análisis histórico como los informes. El Centro de Control deberá permitir la recolección de datos estadísticos, como auxilio al análisis histórico de los rendimientos, de las alarmas y de los problemas detectados en el sistema, a través de informes personalizados.

Entre los datos recolectados en los informes históricos deberán considerarse también los siguientes elementos:



Qué aparatos comunicaron:

- todas las asociaciones entre Access Point y cliente;
- métricas relativas al número de cliente.

Cuándo se realizó la comunicación:

- comienzo y fin de cada asociación;
- detalle temporal de tráfico enviado.

Todo lo que se observó históricamente:

- toda información sobre el estado de los dispositivos;
- indicadores de data rate utilizados, tipo de tráfico, SSID;
- nivel de la señal y de cobertura, tipos de cifrado y de autenticación;
- cantidad de tráfico: número de bytes y frames (tramas) que se transmitieron y recibieron.
- alarmas y problemas detectados, como por ejemplo:
  - problemas de operatividad y conectividad, asociación y estado de cliente;
  - problemas de actualización del firmware;
  - problemas de cobertura y de interferencia;
  - alarmas de seguridad;
  - problemas de capacidad;
  - problemas de roaming.

El sistema deberá permitir el análisis dinámico de los datos en tiempo real. Deberá garantizar el soporte visual y personalizado (gráficos, tablas, diagramas, etc.) para visualizar la tendencia en tiempo real de los parámetros monitorizados.

El sistema deberá incluir el análisis espectral en las bandas 2,4 y 5 GHz. El análisis del espectro de red wifi deberá permitir visualizar en tiempo real las posibles fuentes de interferencia del espectro RF (Frecuencia Radio), su identificación y clasificación, gracias a espectrogramas y tablas. El análisis espectral deberá funcionar de manera efectiva como un analizador de espectro.

### 1.1.5.3 Plataforma de gestión y control Sistema wifi V2I

La plataforma, instalada en un servidor específico, deberá permitir el control, la configuración y la gestión de las RSU desde un solo punto centralizado. Las funciones y las capacidades necesarias del LMS relativo al Sistema wifi V2I son las que siguen:

1. gestión centralizada de las configuraciones iniciales y siguientes de las RSU: el LMS deberá poder gestionar al menos 100 RSU incluso las de proveedores diferentes.
2. acceso por parte del administrador de red a través de una interfaz gráfica user-friendly de tipo GUI (Graphical User Interface) o CLI (Command Line Interface), que se basan en tecnologías Web UI, SSH.
3. actualización firmware centralizado de las RSU: el LMS deberá enviar las actualizaciones firmware a grupos de aparatos o a toda la red. El proceso de actualización deberá indicar posibles errores y permitir que los aparatos salven la versión firmware anterior y regresen al firmware anterior en caso de problemas con la nueva versión firmware. Además deberá garantizar la programación de los diferentes procesos de actualización.
4. soporte de la función de seguridad a nivel centralizado:
  - a. firewall con filtrado Stateful integrado de los paquetes;

- b. soporte de la funcionalidad de Network Address Translation (NAT);
  - c. soporte del protocolo IEEE 802.11i;
  - d. soporte del cifrado WPA2-CCMP (AES);
  - e. soporte del cifrado WPA2-TKIP/MIC;
5. el Centro de Control deberá incluir funciones y herramientas de análisis y solución de problemas (troubleshooting);
6. las herramientas de troubleshooting se podrán utilizar para detectar, analizar y solucionar de manera proactiva problemas como por ejemplo:
  - a. problemas de comunicación con las RSU;
  - b. performance insuficiente;
  - c. alarmas de seguridad o de infracción de las políticas.
7. incluir localización GPS y mapa de las RSU

La captura de los paquetes de datos para analizar podrá determinarse tanto a nivel de LMS como a nivel de RSU, y tanto a través de las interfaces físicas (puerta Ethernet, interfaz radio) como a través de las interfaces lógicas (VLAN). Los datos podrán salvarse a nivel local o enviarse por correo electrónico o por FTP y exportarse en los formatos que se utilizan de manera frecuente como PDF, HTML o Excel/CSV. Las herramientas de troubleshooting deberán incluir tanto el análisis histórico como los informes. El LMS deberá permitir la recolección de datos estadísticos, como auxilio al análisis histórico de los rendimientos, de las alarmas y de los problemas detectados en el sistema, a través de informes personalizados. Entre los datos recolectados en los informes históricos deberán considerarse también los siguientes elementos:

Qué OBU comunicaron:

- todas las asociaciones entre RSU y OBU;
- métricas relativas al número de OBU.

Cuándo se hizo la comunicación:

- comienzo y fin de cada asociación;
- detalle temporal de tráfico enviado.

Todo lo que se observó históricamente:

- toda información sobre el estado de los aparatos;
- indicadores de data rate utilizados;
- nivel de la señal;
- cantidad de tráfico: número de bytes y frames que se transmitieron y recibieron.
  - alarmas y problemas detectados, como por ejemplo:
  - problemas de operatividad y conectividad, asociación y estado de cliente;
  - problemas de actualización del firmware;
  - problemas de cobertura y de interferencia;
  - alarmas de seguridad;
  - problemas de capacidad.

El sistema deberá permitir el análisis dinámico de los datos en tiempo real. Deberá garantizar el soporte visual y personalizado (gráficos, tablas, diagramas, etc.) para visualizar la tendencia en tiempo real de los parámetros monitorizados.

#### 1.1.5.4 Plataforma Software Smart Tunnel (Plataforma Software de Túnel Inteligente)

La plataforma software de gestión y control del sistema smart tunnel deberá programarse y personalizarse para la gestión y el control de cada Túnel. La plataforma software deberá estar predispuesta tanto para la comunicación con el Centro de Control Local (CCL) del segmento Smart Road donde se encuentra el Túnel, como para la comunicación con el Sistema Road Management Tool RMT (Herramienta de Gestión de Carretera). La plataforma deberá tener todas las certificaciones adecuadas de testing (ensayos) del software establecidas en las normativas sectoriales a nivel nacional, europeo e internacional. La plataforma software debe ser adaptable, predispuesta para túneles de cualquier longitud, de uno o dos tubos y debe instalarse en un servidor de gestión específico. La plataforma debe permitir al gestor evaluar el nivel de seguridad (análisis de riesgo dinámico y estático) de sus túneles en tiempo real e intervenir en caso de emergencia. La plataforma debe, además, garantizar la gestión del mantenimiento de manera predictiva en función de las reales condiciones de funcionamiento, del estado actual de la obra y de las instalaciones, además de gestionar la información en una base de datos específica.

#### 1.1.5.5 Plataforma Software para la gestión de las estaciones de recarga para vehículos eléctricos

La plataforma, instalada en un ordenador personal, debe ocuparse de la gestión, del diagnóstico, del mantenimiento y de la asistencia a distancia de toda la infraestructura de las estaciones de recarga.

#### 1.1.5.6 Plataforma Software para la gestión y el control del sistema eléctrico de cada "Módulo" Smart Road

La plataforma software de gestión y control, instalada en un servidor específico, deberá desempeñar las funciones de monitorización y control de los datos de cada módulo Smart Road (Green Island), relativos a:

- Sistema de producción de energía eléctrica;
- Sistema de Storage (Almacenamiento);
- Estación de recarga;
- Sistema de distribución de energía eléctrica.

El sistema debe poder proporcionar la información sobre el estado de los componentes eléctricos y electrónicos que constituyen los sistemas mencionados anteriormente.

La plataforma software de gestión y control deberá tener las certificaciones adecuadas de testing establecidas en las normativas sectoriales a nivel nacional, europeo e internacional. Además, la plataforma deberá integrarse con el Sistema Empresarial RMT.

#### 1.1.5.7 Plataforma Software para la gestión y el control de la videovigilancia

La plataforma software debe poder garantizar la gestión y el control de dos tipos de cámaras utilizadas en la Smart Road:

- *Multi Function Smart Camera (Cámara Inteligente de Función Multiuso)*
- *Cámaras con función Smart*

La plataforma software debe poder permitir la gestión de un número por lo menos igual a 500 Multi Function Smart Camera o 500 cámaras con función Smart por cada segmento de Smart Road (por un total máximo de 1000 cámaras). La plataforma software debe permitir, a través de un software de base, la gestión de un número ilimitado de servidores, función de almacenamiento video directamente en NAS Storage, firma y cifrado de los video almacenados/archivados, gestión Videowall (Pantalla de Video), gestión alarmas, disponibilidad de SDK para integraciones con sistemas externos, función de failover (pasar a unidad sustitutoria) en caso de avería en servidores principales, gestión de canales video en local o a distancia, análisis video basado en el servicio de

localización de objetos, gestión a distancia de las cámaras desde cliente remoto, función de archivo de las imágenes procedentes de la cámara, acceso a la base de datos interna y externa, búsqueda de video en un determinado intervalo de tiempo. La plataforma software debe instalarse en un servidor de gestión específico.

#### 1.1.5.7.1 *Software que se puede instalar en la plataforma de gestión y en la Multi Funcion Smart Camera*

La plataforma software para la gestión del sistema de video-vigilancia, además de las funciones de base, debe poder implementarse con software proyectados para la gestión de cámaras con función Smart. Este software "adicional" debe poder instalarse, también, en las Multi Function Smart Camera.

El software "adicional" debe poder garantizar las siguientes funciones:

- detección de vehículo parado en condiciones de tráfico fluido;
- detección de vehículo parado en condiciones de tráfico congestionado;
- detección de vehículo parado por accidente;
- detección de la situación de tráfico congestionado e indicación de la longitud de la cola (detectada al menos por dos cámaras);
- detección de vehículos lentos: el sistema genera una alarma cuando la velocidad de un vehículo disminuye por debajo de un determinado umbral;
- detección de la presencia de peatones;
- detección de vehículo en tránsito en sentido de circulación contrario;
- detección de presencia de humo y reducción de visibilidad;
- detección de la presencia de obstáculos en la carretera;
- detección de cambio de carril;
- detectores de tráfico inteligentes que transmiten en tiempo real los siguientes datos: velocidad media [km/h]; volumen de tráfico (número de vehículos por hora) [vehículos/h]; densidad de tráfico [vehículos/km]; ocupación de carril [%]; longitud del vehículo [m] y clasificación;
- detección de todos los carriles de tránsito (inclusive el corredor de emergencia y posibles pasajes laterales);
- detección de toda condición ambiental (oscuridad, niebla, lluvia, nieve, humo, frío, calor, etc.);
- configuración de los procedimientos de codificación/compresión de imágenes;
- detección automática de las placas de matrícula de los vehículos en tránsito para todo tipo de placas europeas, con posibilidad de actualización, placas especiales italianas (Fuerzas de Policía, Cuerpo de Agentes Forestales, placas de matrícula de prueba, placas de matrícula provisionales, etc.);
- conformidad de los sistemas ópticos de lectura de placas de matrícula con lo establecido en la normativa UNI 10772 - Clase A;
- detección de placas de matrícula con precisión mayor o igual al 95% de tránsitos;
- detección automática de paneles de color naranja para indicar mercancías peligrosas ADR con decodificación de los Códigos Kemler y ONU;
- exactitud del sistema de lectura de placas de matrícula relativas al ADR, a pesar del número y del tipo de aparatos utilizados deberá corresponder al menos al 95% del total de los vehículos ADR transitados;
- búsqueda relativa al número de placa de matrícula;
- gestión de los caracteres de las placas de matrícula que se detectaron de manera parcial (envío de la información parcial con imágenes asociadas a través de la gestión del operador);

- configuración y gestión de las listas de placas de matricula (black list);
- generación por cada vehículo que transporte mercancías peligrosas o esté incluido en black list (lista negra) de: imágenes de infrarrojo/monocromáticas, imágenes de contexto en color.

### 1.1.6 Concepto Estación Multifuncional

La Estación Multifuncional está proyectada para ser modular y flexible y para contener los módulos agrupados en las siguientes clases de Familias: monitorización ambiental, seguridad y conectividad.

Las estaciones multifuncionales sirven para contener los aparatos necesarios para proporcionar las familias de servicios utilizados en la Smart Road (Ambiente, Seguridad, Conectividad, Información, etc.).

Los servicios obligatorios son la conectividad para los usuarios y los vehículos y la videovigilancia con funciones avanzadas, proporcionadas a través de los AP (Access Points) y las cámaras, mientras que los servicios opcionales se proporcionarán a través de la instalación de diferentes aparatos (los detectores ambientales, el panel de información, los drones etc.).

La composición de los módulos para los servicios obligatorios y los módulos para los servicios opcionales garantiza la flexibilidad y la variación en la estructura de la estación multifuncional.

FLEXIBILIDAD		OBLIGATORIO	OPCIONAL
SERVICIOS DE DRONES	3. DRON		■
AMBIENTE	1. GONIO-ANEMÓMETRO		■
	2. TACO-ANEMÓMETRO		■
	7. DETECTORES DE AMBIENTE		■
	8. PLUVIÓMETRO		■
	9. TERMOHIGRÓMETRO		■
SEGURIDAD	6. CÁMARA 1	■	
	6. CÁMARA 2	■	
CONECTIVIDAD	4. ACCESS POINT 1	■	
	5. ACCESS POINT 2	■	
INFORMACIÓN	PANEL DE DATOS		■
LUCES LED			■

Figura 20 - Composición de los módulos de la estación multifuncional

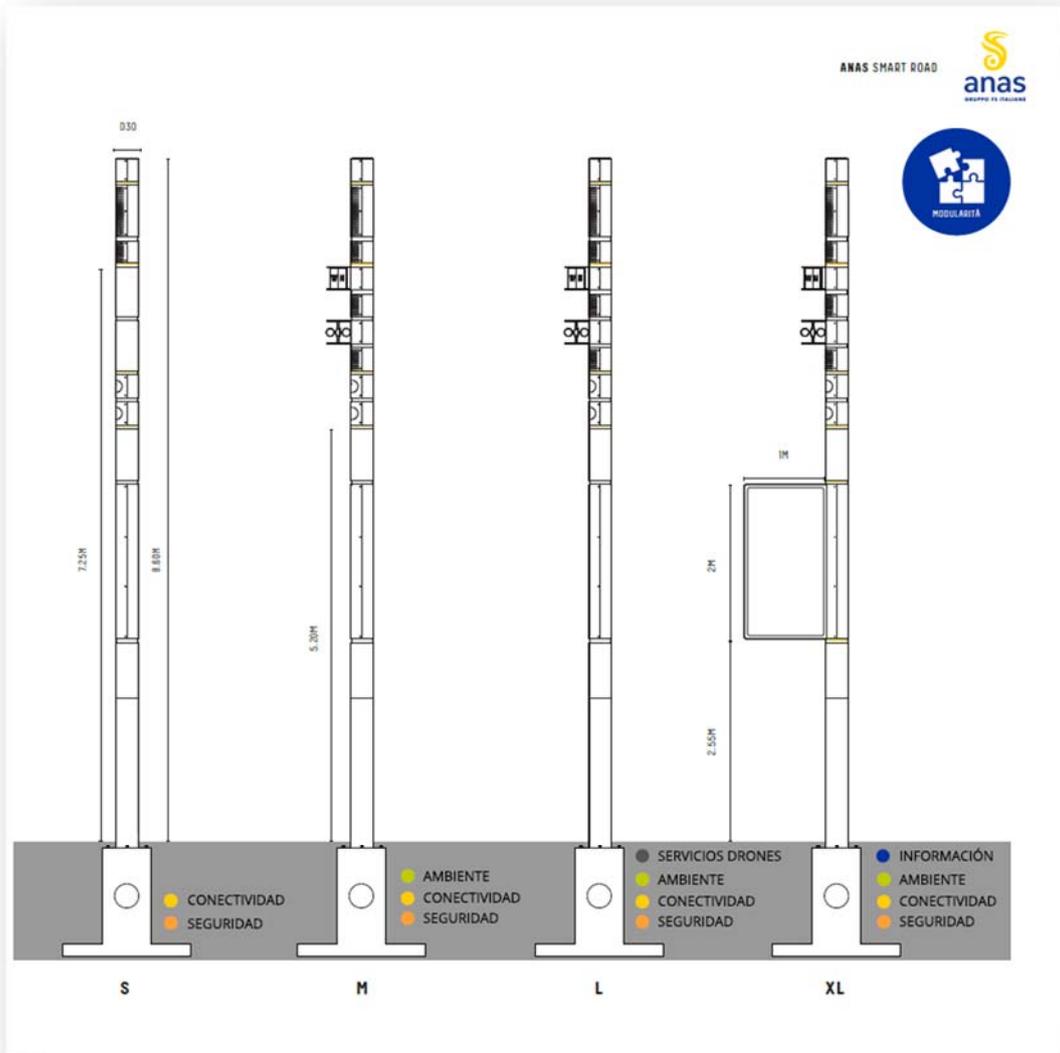


Figura 21 - Tipos de estaciones multifuncionales

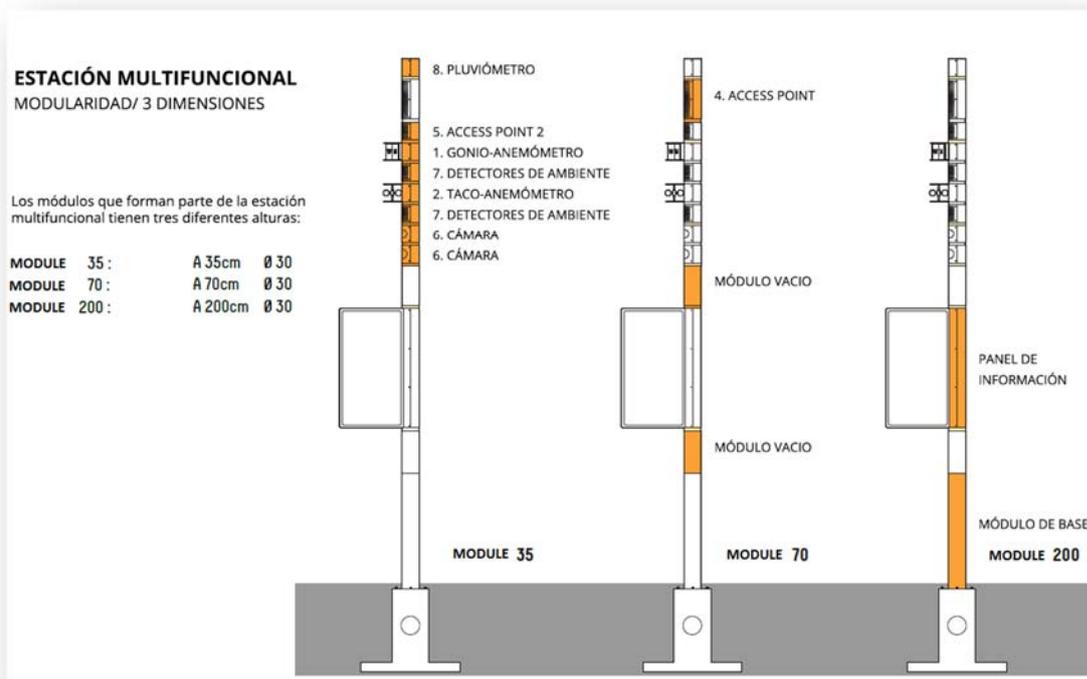


Figura 22 - Tamaño de los módulos de la estación multifuncional

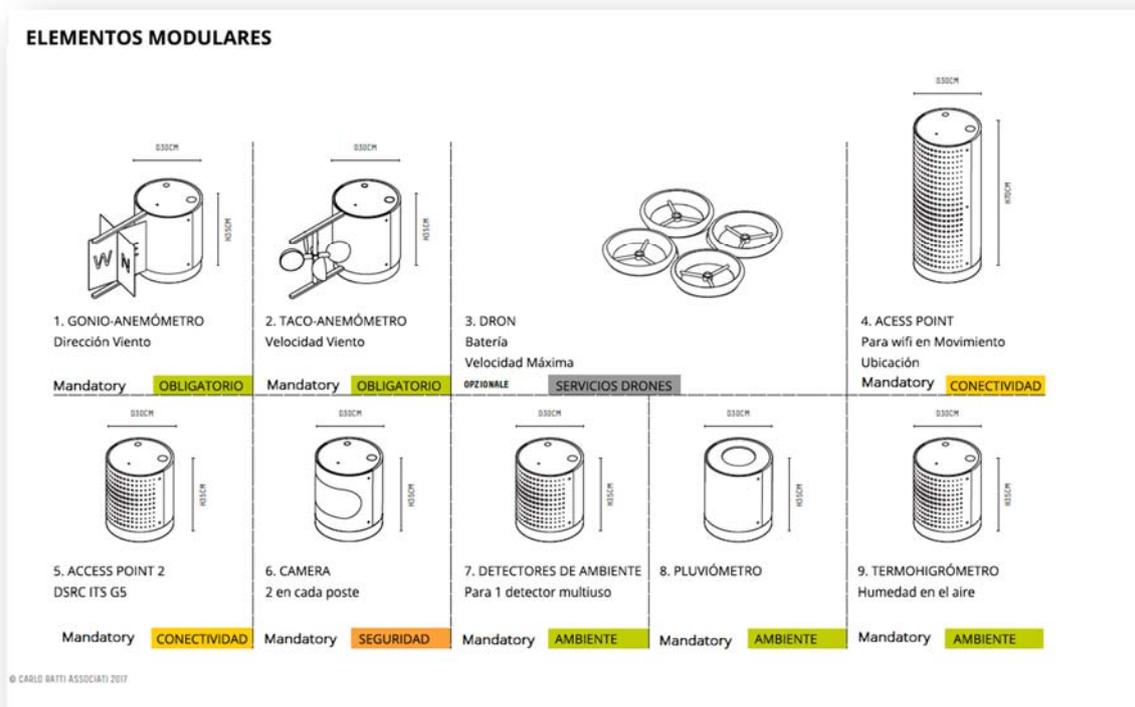


Figura 23 - Estación Multifuncional ejemplo de elementos modulares

La estación multifuncional está formada por:

- Un plinto de hormigón prefabricado con pozo de alojamiento para componentes de distribución y tirafondos para anclar el módulo de base de la estación multifuncional;
- Un módulo de base h 200 junto a una placa de empalme;
- Un armazón que permite el posicionamiento unívoco de los elementos modulares y el paso de cables de alimentación y conexión, empalmados a los módulos con tuercas específicas;
- Los elementos modulares apilados a lo largo del armazón estructural y conectados el uno al otro para garantizar la rigidez requerida;
- Los elementos led empleados para separar las “familias” de módulos instaladas sobre la estación multifuncional.

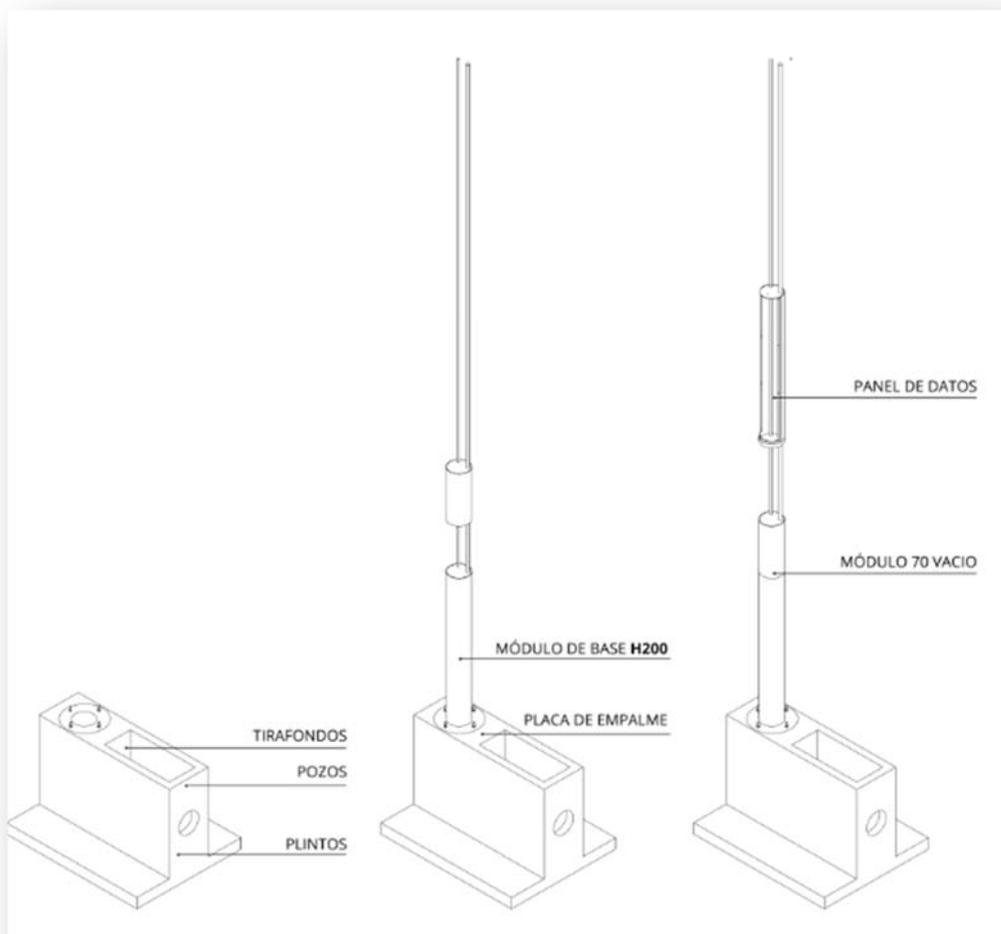


Figura 24 - Elementos que constituyen la estación Multifuncional

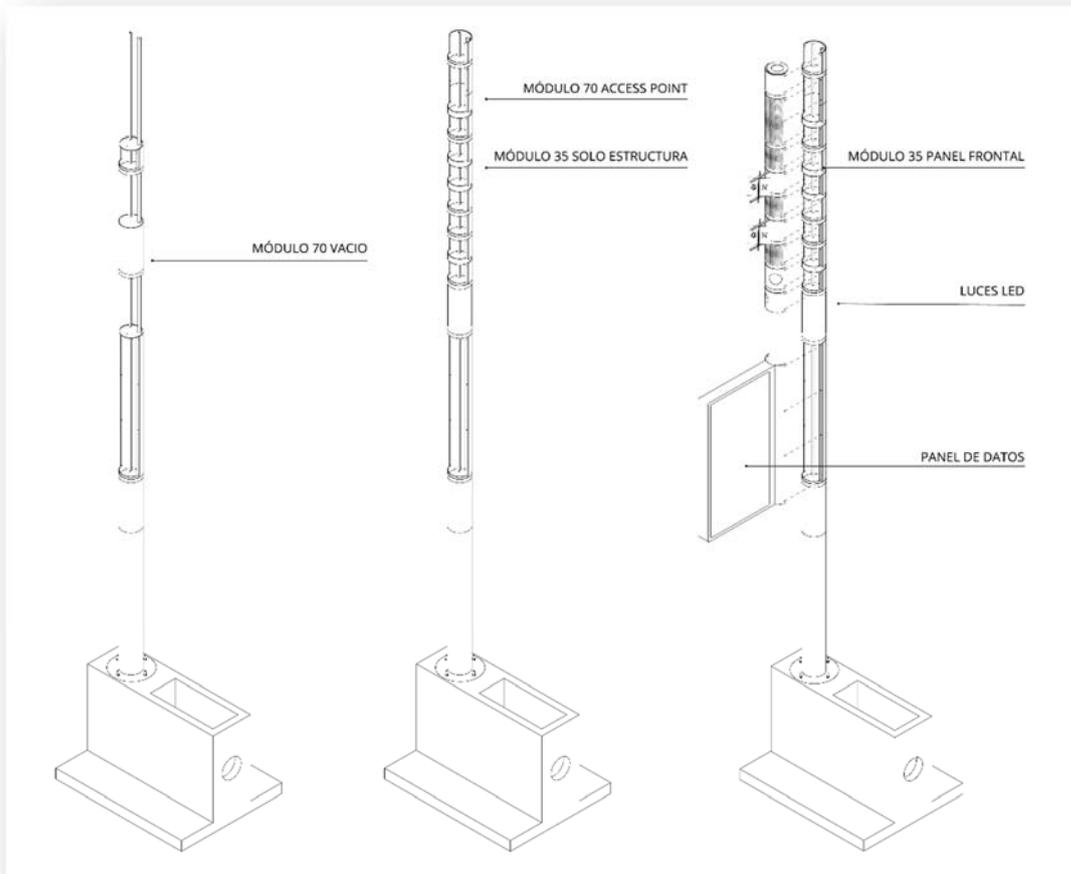
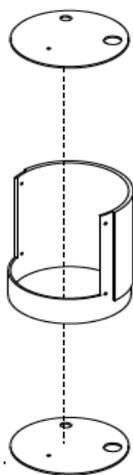


Figura 25 - Elementos que constituyen la estación Multifuncional

## COMPOSIZIONE ELEMENTO MODULARE



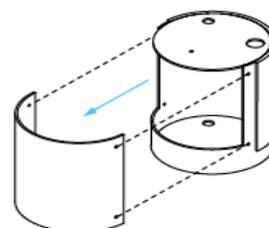
**MODULO BASE**

IL MODULO BASE È COMPOSTO DA UN ELEMENTO CILINDRICO E DA DUE PIASTRE A CHIUSURA DEL CILINDRO.



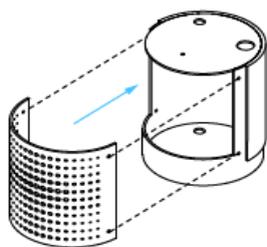
**ALLOGGIAMENTO COMPONENTISTICA**

IL MODULO PERMETTE L'ALLOGGIAMENTO DELLA COMPONENTISTICA RICHIESTA GARANTENDO MARGINE PER FUTURE INTEGRAZIONI E/O AGGIORNAMENTI.



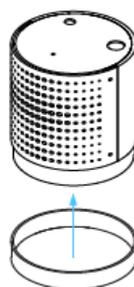
**PANNELLO FRONTALE RIMOVIBILE**

OGNI MODULO PRESENTA UN PANNELLO FRONTALE AMOVIBILE PER GARANTIRE L'ISPEZIONE DELLE COMPONENTI INSTALLATE.



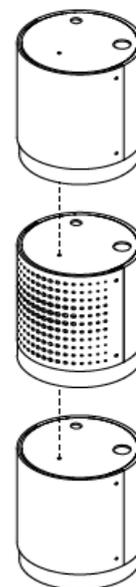
**PANNELLO FRONTALE RIMOVIBILE**

IL PANNELLO PUÒ ESSERE CAMBIATO E VARIATO SECONDO NECESSITÀ, ANCHE SUCCESSIVAMENTE ALL'INSTALLAZIONE DELLA POSTAZIONE POLIFUNZIONALE.



**LUCI LED**

UNA STRIP LED MARCA IL PASSAGGIO TRA LE "FAMIGLIE" (DRONI, AMBIENTE, SICUREZZA, CONNETTIVITÀ, INFORMAZIONI) A CUI APPARTENGONO I SINGOLI MODULI.



**FISSAGGIO DEI MODULI**

OLTRE AD ESSERE IMPILATI LUNGO IL FUSTO STRUTTURALE DEL PALO, I MODULI SONO FISSATI L'UNO CON L'ALTRO MEDIANTE AVVITAMENTO.

El alojamiento de los módulos admite flexibilidad en la tipología de los componentes instalados.

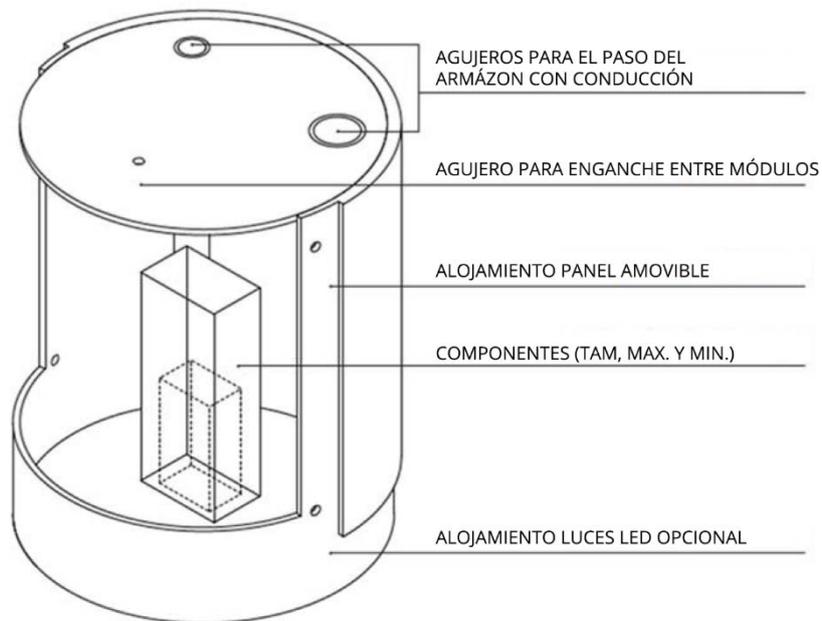
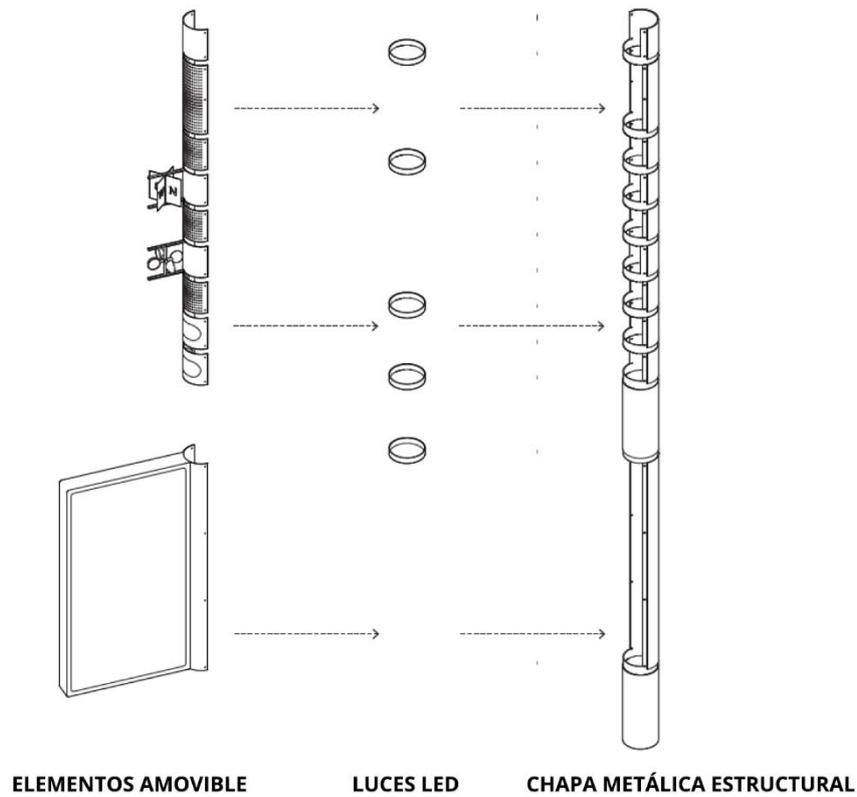


Figura 26 - Esquema que representa el módulo para la estación multifuncional

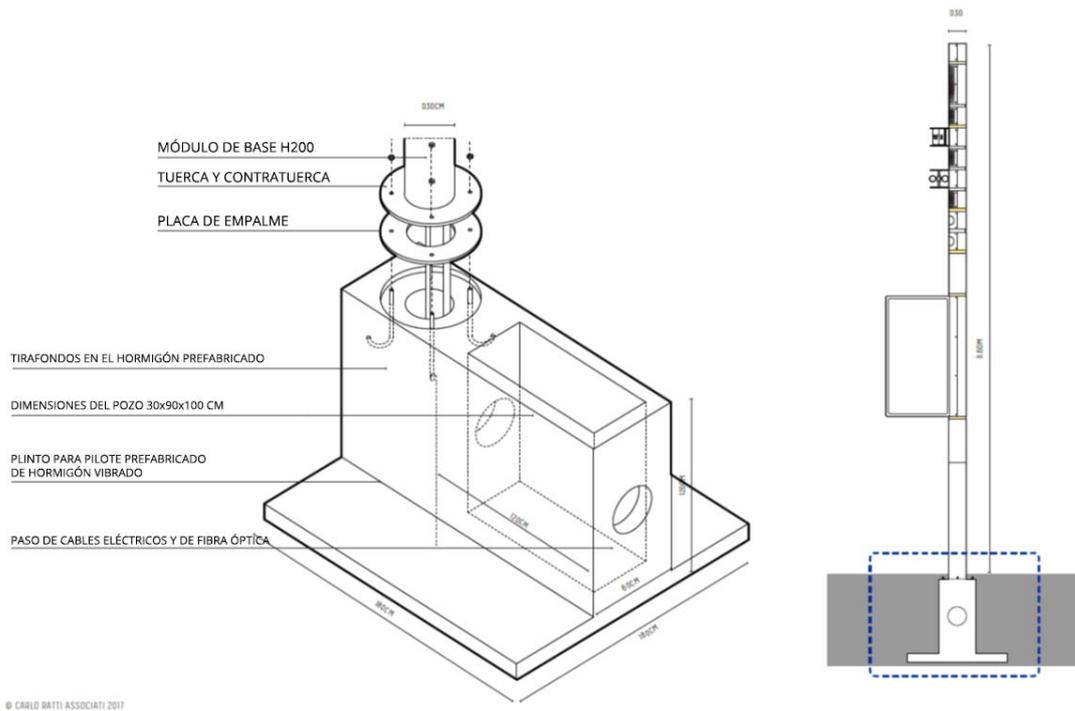


Figura 27 - Plinto y módulo de base en detalle

El tablero informativo muestra los datos monitorizados por los sensores en tiempo real, como por ejemplo el nivel de contaminación atmosférica, proporcionando a los usuarios de la carretera una información exhaustiva y puntual.

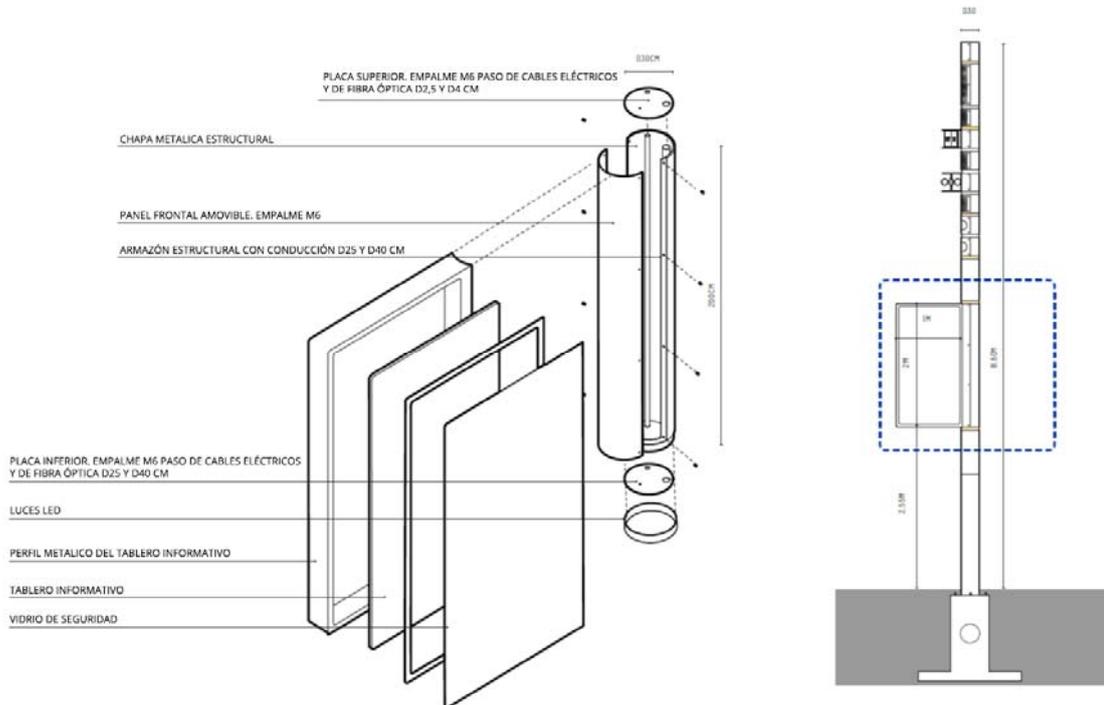


Figura 28 - Tablero informativo en detalle

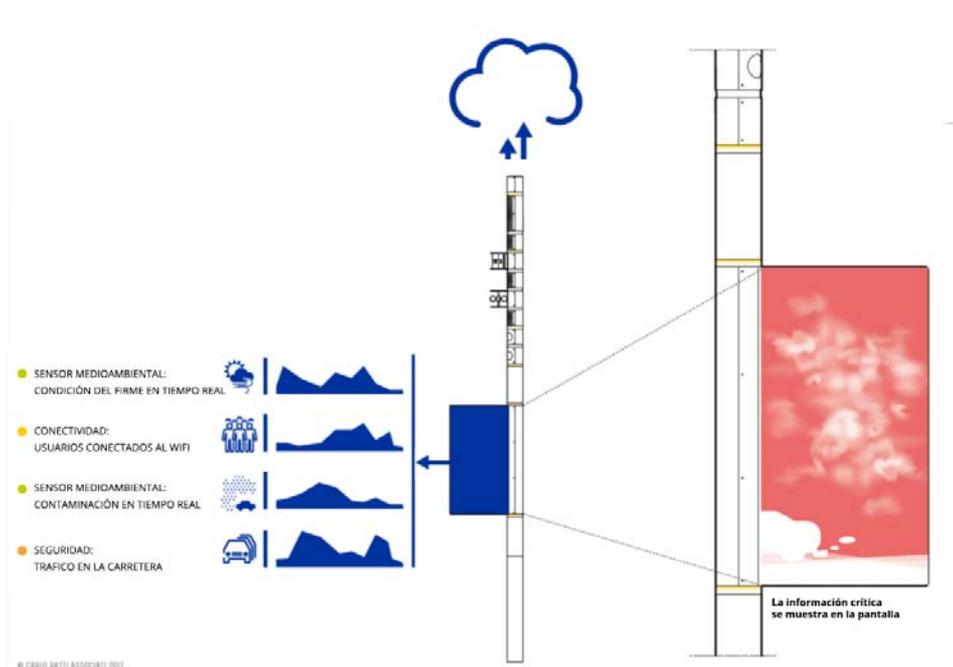


Figura 29 - Datos transparentes

El tipo de información proporcionada puede variar no solo en relación a las condiciones alrededor de la estación multifuncional sino también en relación a la posición de la estación multifuncional a lo largo del camino (comienzo del tramo smart road, posición intermedia, final del tramo smart road).



Figura 30 - Ejemplo de mensajería

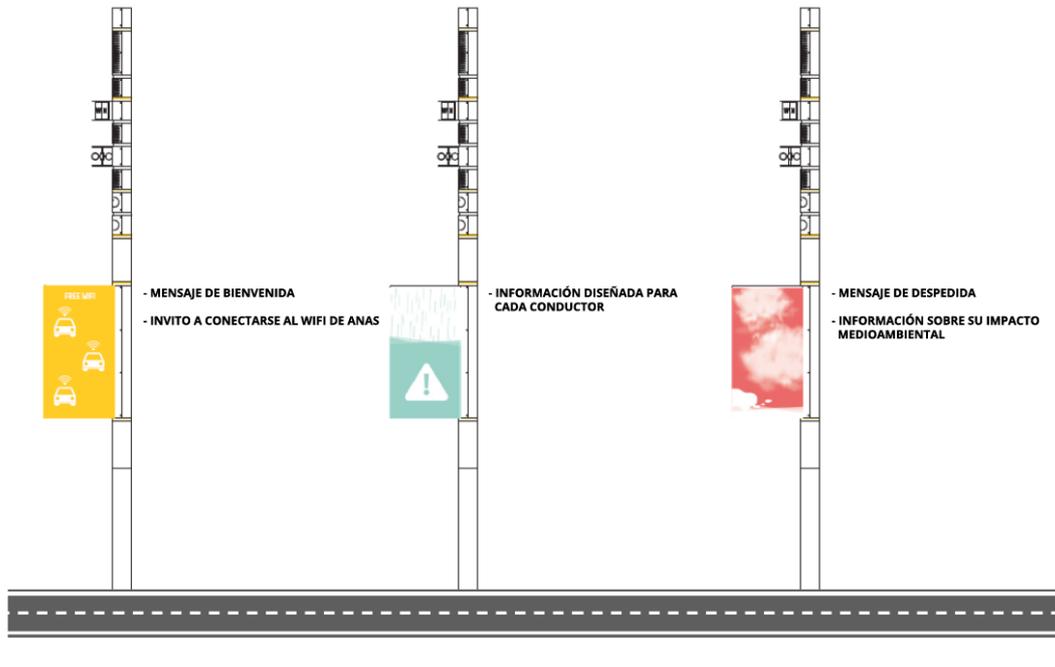


Figura 31 - Ejemplo de mensajería para estación multifuncional



Figura 32 - Rendering estación multifuncional

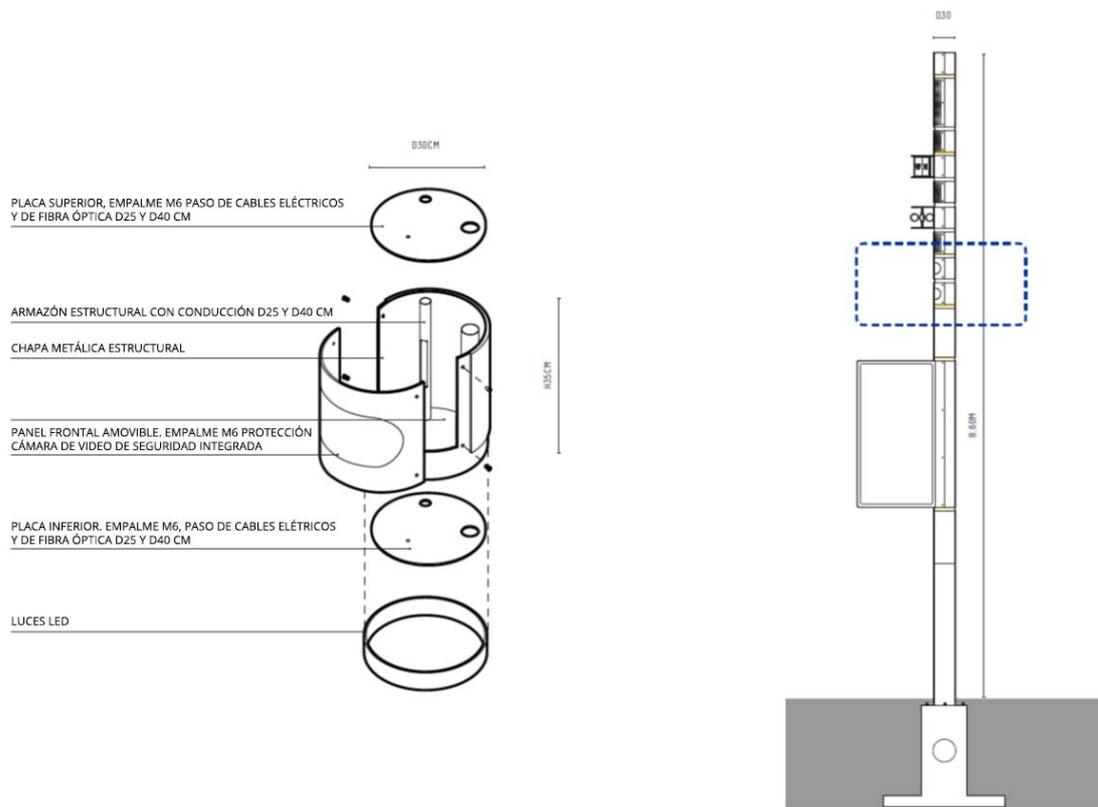


Figura 33 - Módulo cámara en detalle

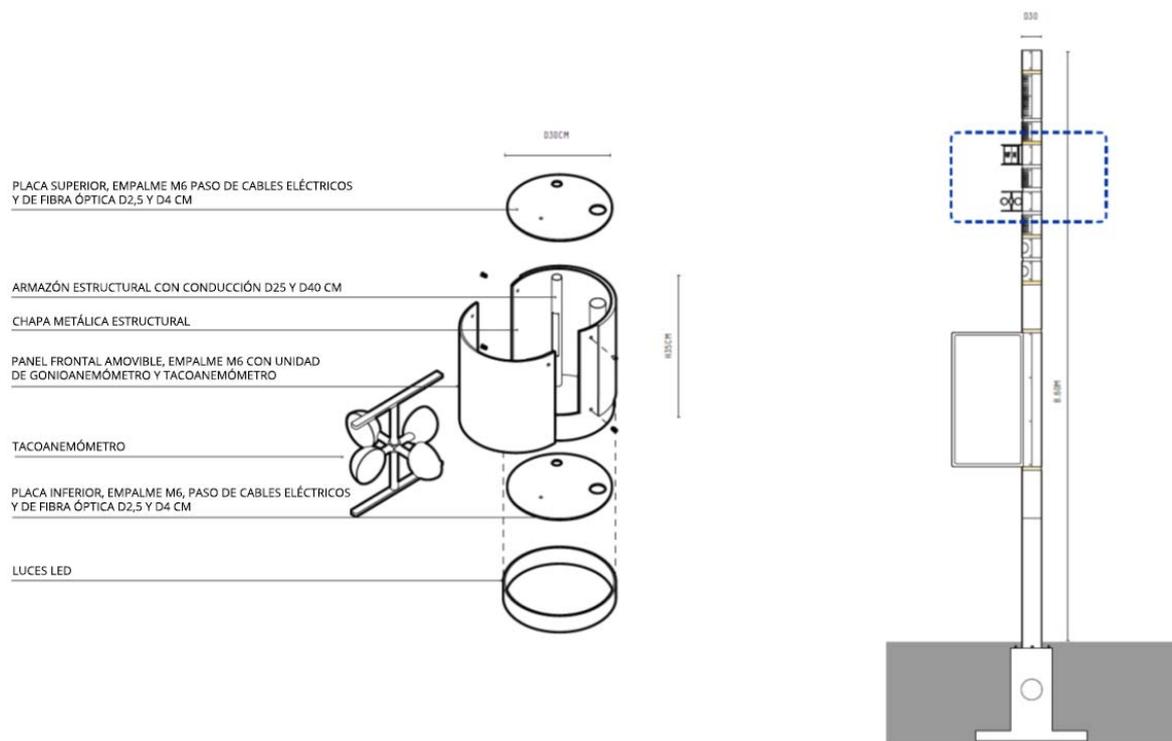


Figura 34 - Módulo tacoanemómetro en detalle

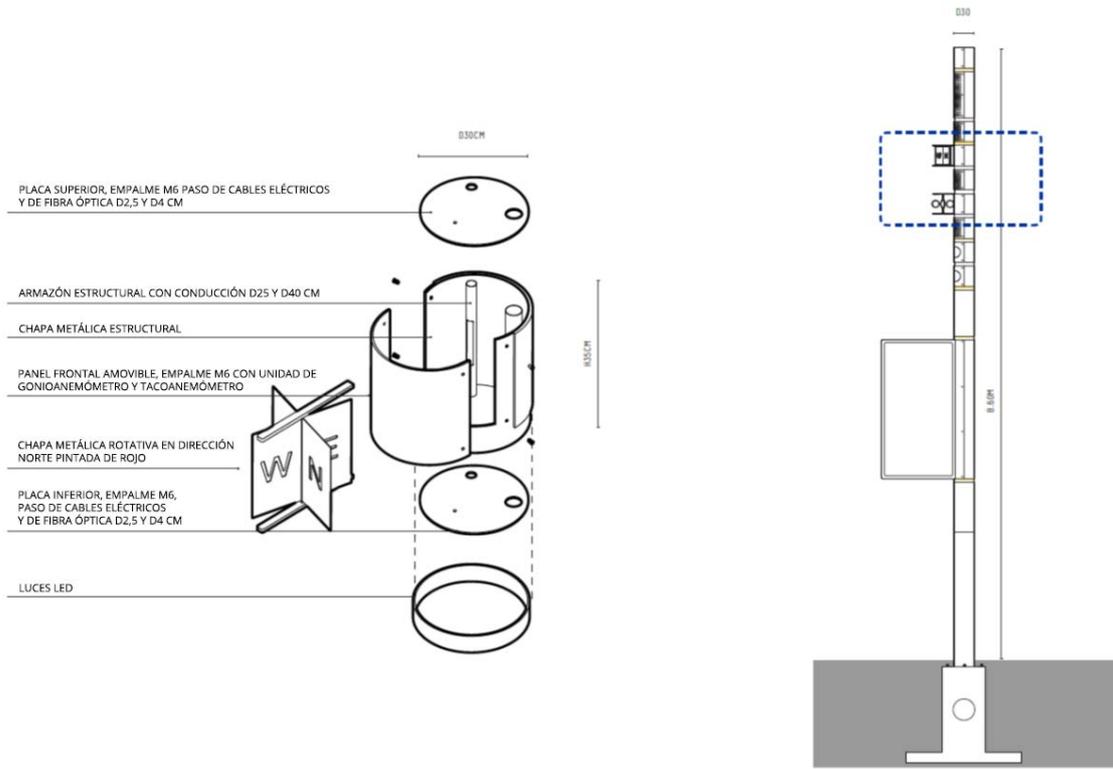


Figura 35 - Módulo tacoanemómetro en detalle

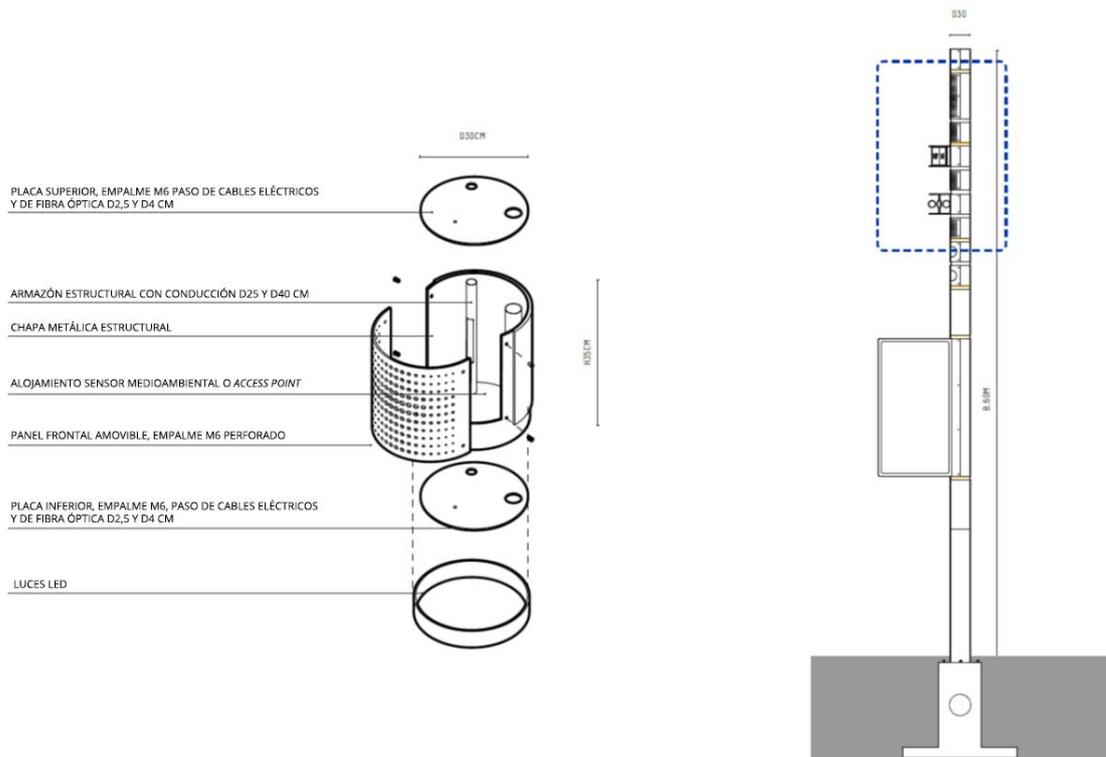


Figura 36 - Módulo sensor medioambiental y access point en detalle

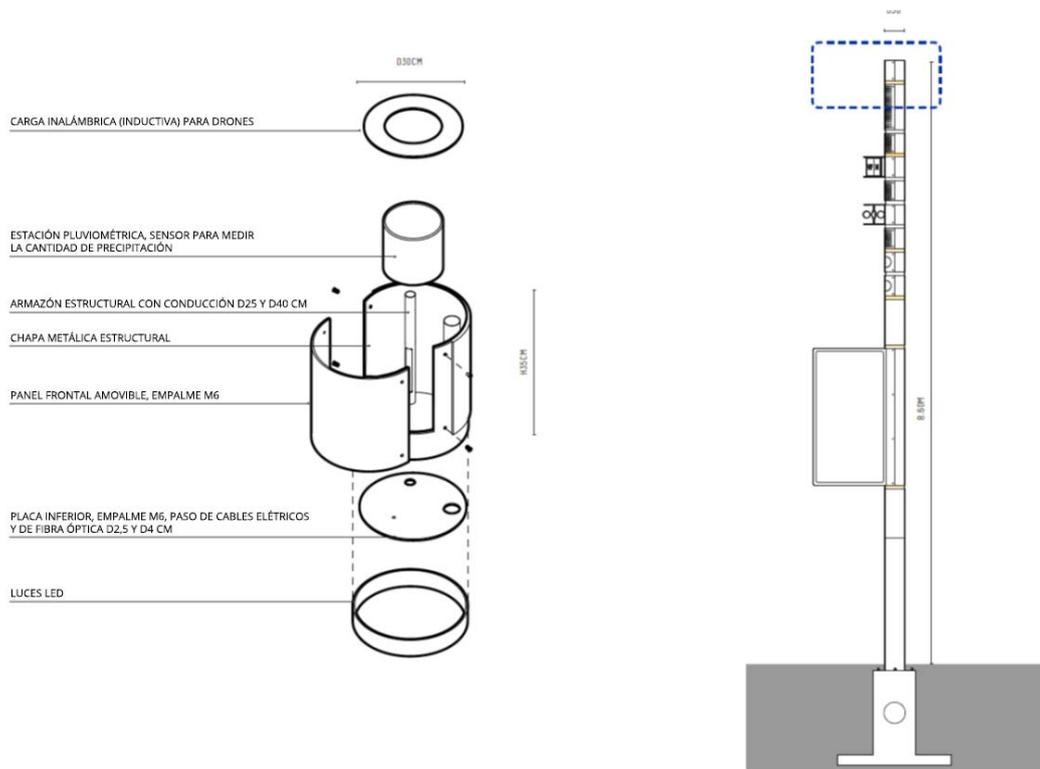


Figura 37 - Módulo de cumbre en detalle

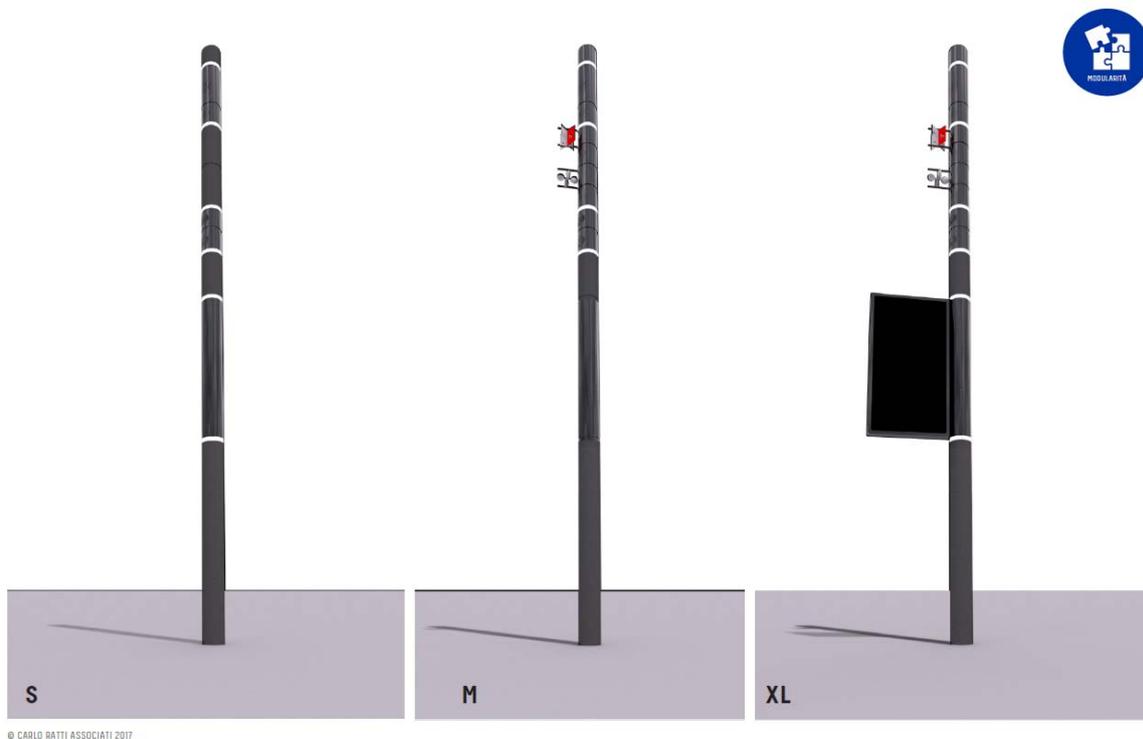


Figura 38 - Rendering estación multifuncional



*Figura 39 - Visión nocturna de la estación multifuncional*

## 1.2 ROAD ANAS NETWORK INTERNET DE LAS COSAS (RANIoT)

El *Road Anas Network Internet de las Cosas (RANIoT)* es el sistema "IoT" que Anas quiere integrar en el proyecto *Smart Road*. Con este sistema, el mundo virtual de las tecnologías de información y de comunicación está estrechamente relacionado con el mundo real de las cosas, con el objetivo de monitorear, examinar y transferir la información para llevar a cabo, en segundo lugar, actividades consiguientes.

En el marco de la *Smart Road*, se utilizarán los sistemas IoT para llevar a cabo tanto actividades de *Structural Health Monitoring (SHM)* para obtener y transmitir la información sobre la condición de la red viaria junta con sus obras de arte mayores, como actividades de monitoreo de las condiciones de funcionamiento al respecto del tráfico y del transporte de mercancías, así como de las condiciones medioambientales.

En particular, se monitorearán magnitudes correspondientes a los siguientes "objetos":

- Plan de la red viaria;
- Barreras de seguridad vial (Guardarraíl, New Jersey, Barreras Móviles);
- Puentes/Viaductos;
- Túneles;
- Laderas inestables;
- Medio Ambiente;
- Área de descanso;
- Obras;
- Tráfico;

### 1.2.1 Arquitectura del sistema IoT para monitorear

En general, la infraestructura del sistema para monitorear está formada por los siguientes componentes:

- Sensores IoT;
- Puerta de enlace y/o concentradores;
- Controlador del sistema.

**Los sensores IoT** son dispositivos inteligentes que detectan las magnitudes medidas y transmiten/reciben la información y los datos a/por puerta de enlace y/o concentrador. Generalmente, se les denomina "*cliente*".

**El Gateway (Puerta de enlace)** es un [dispositivo de red](#) que sirve para transmitir los paquetes de datos procedentes del entorno, detectados por diferentes tipos de sensores IoT, al exterior de la red local.

El concentrador o HUB es un [dispositivo de red](#) que tiene el objetivo de transmitir los paquetes de datos procedentes del entorno, detectados por sensores IoT del mismo tipo, al exterior de la red local.

**El controlador de sistema** es un dispositivo que tiene la capacidad de recoger, almacenar y gestionar los datos que proceden de cada Puerta de enlace. En fin, este dispositivo debe integrarse con el sistema *Road Management Tool (RMT)* de Anas, por medio del sistema *STIG*.

La figura muestra la conexión entre sensores IoT y Puerta de enlace y/o concentrador. Esta conexión puede ser de diferente tipo y tener diferentes topologías de red: *Star* o *Mesh*.

- *La topología de red Star* es típica de las redes LP-WAN (con tecnología LoRaWan) donde todos los sensores IoT (*Client*) están conectados a un nodo central (Puerta de enlace). Generalmente, esta topología no permite la conexión entre dos sensores.

- *La topología de red Mesh* o en malla, típica de esas redes que se basan sobre un protocolo de comunicación a estándar IEEE 802.15.4, prevé que cada sensor nodo (*Client*), además de estar conectado directamente a la Puerta de enlace, puede comunicar con otros nodos también.

Se prevé la conexión entre sensores IoT y Puerta de enlace y/o concentradores para transmitir los datos que proceden del entorno, también con sistemas cableados por medio de una comunicación tanto a estándares de serie (CAN-bus, RS-485, RS-232, etc) para buses de campo multicast, como mediante sistemas Powerline que utilizan tecnologías de transmisión de datos a través de cables eléctricos. En base a las condiciones locales y al tipo de monitoreo, es posible utilizar el código abierto EtherCAT (Ethernet para el Control de Tecnología de Automatización), que forma parte del estándar abierto IEC 61158, que representa un protocolo de comunicación y de alto rendimiento para toda conexión Ethernet determinista, y nace como extensión del estándar Ethernet IEEE 802.3 a la transmisión de datos con una temporización previsible y una exacta sincronización.

### 1.2.2 Tipologías de redes para sistemas IoT

Las redes para sistemas IoT se realizan a través de la instalación distribuida de sensores localizados en correspondencia de los "objetos" para monitorear.

El utilizo de un sistema de monitoreo IoT conlleva las siguientes ventajas:

- Alta fiabilidad de la información;
- Bajo consumo energético por parte de los sensores IoT;
- Monitoreo de infraestructuras de difícil acceso;
- Reducción de los costes de tendido, excavaciones, cableados;
- Transmisión de la información en tiempo real sobre la condición de la infraestructura sometida a monitoreo y sobre eventos y acontecimientos posibles;
- Seguridad a través de un apropiado nivel de protección de los datos transmitidos por los dispositivos IoT.

La conexión de los sensores IoT a la red internet permite el intercambio, almacenamiento, compartición y elaboración de enormes flujos de información.

A continuación, se resumen las principales competencias de los sensores utilizados en el sistema de monitoreo IoT.

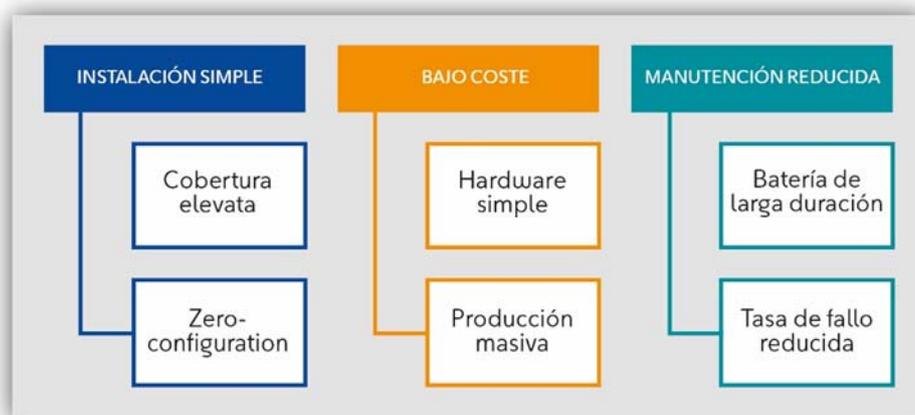


Figura 40 - Requisitos de los sensores en el sistema de monitoreo IoT

Para monitorear las infraestructuras lineales como las viales, se prevé el uso de sensores de alto contenido tecnológico y de bajo costo, tanto para la realización de redes distribuidas en itinere como para un monitoreo local. Entonces, se trata de dispositivos capaces de medir magnitudes de vario tipo (electrónicas, ópticas, biológicas, físicas, químicas, mecánicas) ocupando espacios reducidos.

Desde el punto de vista de la alimentación, los sensores IoT pueden alimentarse por red eléctrica o llevar una batería. En los casos en que se necesita llevar a cabo un monitoreo "continuo" y controlar muy frecuentemente las magnitudes medidas por el sensor, este se alimentará por red eléctrica; de lo contrario, en los casos en que es bastante enviar/transmitir la información menos frecuentemente, se preferirán los sensores que llevan batería. Por lo tanto, el tipo de alimentación de los sensores IoT depende del tipo de monitoreo que se quiera realizar, y además del número de utilizaciones diarias a las que se sujeta el sensor.

Desde el punto de vista de la conectividad, los sensores empleados serán cableados o inalámbricos y tendrán que ser compatibles con tecnologías de comunicación especiales (en continua evolución) para poder enviar los datos a largo o corto alcance.

En los últimos años, el panorama de las tecnologías inalámbricas se ha vuelto cada vez más amplio y por lo tanto se ha necesitado dividir el campo de las comunicaciones inalámbricas en diferentes grupos según su cobertura.

Como muestra la figura, se puede hacer una clasificación de las redes inalámbricas sobre la base de la extensión de la zona de cobertura de la señal enviada.

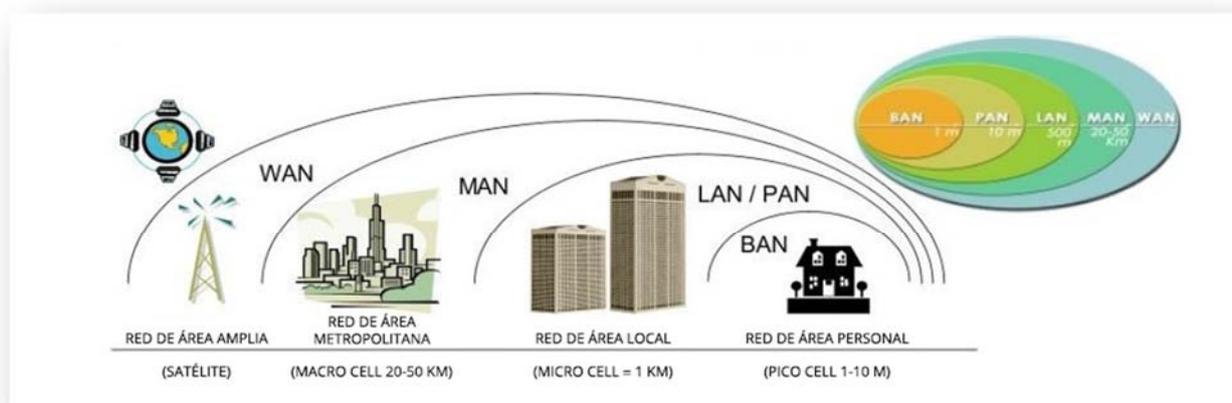


Figura 41 - Clasificación de las redes inalámbricas en base a la zona de cobertura

Entonces, se establece la siguiente clasificación de redes inalámbricas:

- **WBAN:** RED DE ÁREA PERSONAL INALÁMBRICA, sirve para conectar esos dispositivos "portables", o sea en contacto con nuestro cuerpo.
- **WPAN:** RED DE ÁREA PERSONAL INALÁMBRICA, sirve para conectar dispositivos cercanos para el intercambio dinámico de la información como por ejemplo ordenadores portátiles, ordenadores de bolsillo o tabletas y su alcance de comunicación es aproximadamente de 10 metros.
- **WLAN:** RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA, permite la comunicación entre dispositivos hasta una distancia de unos cien metros. Estas son adecuadas para interconexiones en espacios cerrados o entre edificios adyacentes.
- **WMAN:** RED DE ÁREA METROPOLITANA INALÁMBRICA, tiene un alcance de aproximadamente 10 Km, proporcionando un acceso a banda ancha a zonas residenciales incluso muy amplias.

- **WJWAN: RED DE ÁREA AMPLIA INALÁMBRICA**, o sea macro redes con alcance extremadamente largo que utilizan protocolos que permiten un alcance que a menudo supera los 10 Km.

Las redes WJBAN, WPAN, WLAN pertenecen a la categoría de las redes de corto/medio alcance (Short/Medium Range), mientras que las WMAN y las WJWAN pertenecen a la categoría de largo alcance (Long Range).

En base a su extensión y a la velocidad con la que transmiten los datos, "Tasa de bits", existen diferentes protocolos de comunicación, como muestra la siguiente figura.

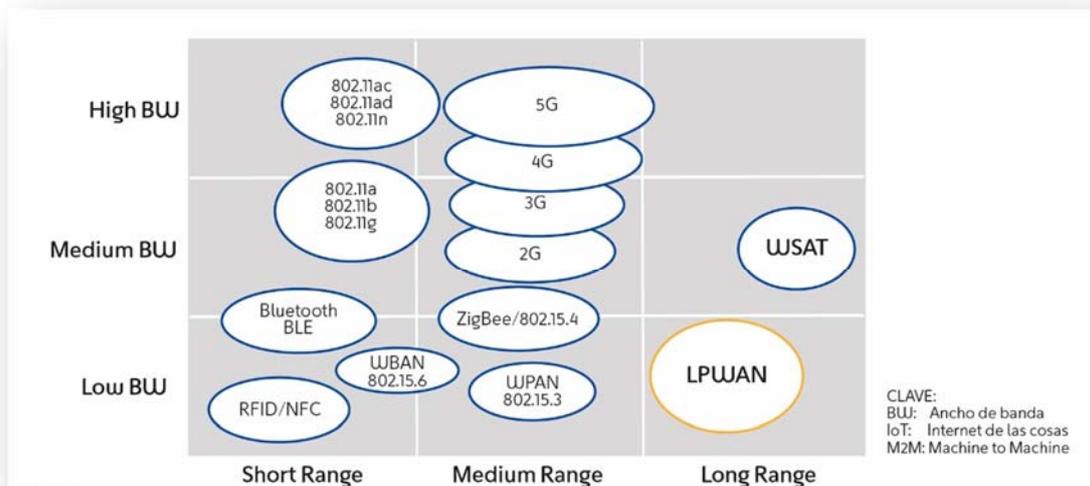


Figura 42 - Capacidad de cobertura en función del ancho de banda

Como se describió antes, las redes se dividen en dos categorías, en base al área de cobertura:

- Redes de corto/medio alcance, con capacidad de comunicación nodo-nodo y nodo-gateway, limitadas a pocas decenas de metros, denominadas **"Short Range Networks"** (SNR): forman parte de esta categoría todas las redes de tipo **LR-WPAN (Low Rate Wireless Personal Area Network)**;
- Redes a largo alcance, con capacidad de comunicación nodo-gateway que se extiende por unos kilómetros, llamadas **"Long Range Networks"** (LRN): forman parte de esta categoría todas las redes de tipo **LP-WAN (Low Power Wide Area Network)**.

Las redes LR-WPAN (Low Rate Wireless Personal Area Network) son esas redes que permiten comunicaciones de corto alcance con Tasa de Bits hasta los 250 Kbit/s.

Las redes LP-WAN (Low Power Wide Area Network) son esas redes inalámbricas que permiten comunicaciones de largo alcance con Tasa de Bits hasta los 50 Kbit/s.

Las redes SNR garantizan un ancho de banda superior con respecto a las redes LRN. Sin embargo, la principal característica de ambas redes es el bajo consumo (Low Power Profile).

En la siguiente tabla hay unos ejemplos de las principales tecnologías de comunicación empleadas en el sistema de monitoreo IoT indicando para cada uno las características técnicas, y haciendo una distinción entre las que permiten una cobertura de corto/medio alcance y las que permiten cubrir distancias más amplias.

Tabla 4 - Protocolos de comunicación para redes IoT

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	Short Range Network LR-WPAN			Long Range Network LP-WAN		
	Bluetooth de Baja Energía	Wi-Fi	ZigBee	LoRaWan	SigFox	Weightless
Alcance (km/m)	80 m	50 m	100 m/Mesh	2-5 Km urbanos, 15 Km Suburbanos, 45 Km rurales	10 Km urbanos,	Alcance (km/m)
Frecuencia de Banda	2.4 GHz	2.4 GHz	868 MHz/	Frecuencia de Banda	2.4 GHz	2.4 GHz
Bidireccional	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Tasa de Bits	1mbit - 3mbit	11 mbit - 54 mbit	250 kbps	0,3 - 50 kbps	100 bps	30 kbps -100 kbps
Cantidad de Nodos	Decenas	Miles	Miles	Millones	Millones	Ilimitados
Consumo de energía	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Tipología de infraestructura	Nodo-Nodo, Estrella, Árbol	Estrella Árbol	Nodo-Nodo Estrella, Árbol	Estrella	Estrella	Estrella
Estándar	Bluetooth 4.0	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	LoRaWan	No	Weightless

En cuanto al proyecto SmartRoad, se prefiere la tecnología inalámbrica, para garantizar el monitoreo incluso de esos "objetos" difícilmente accesibles y alcanzables.

En base al tipo de monitoreo llevado a cabo en la Road Anas Network - Internet de las Cosas (RAN IoT), específico para el proyecto Smart Road, se emplearán redes de sensores LR-WPAN, que se basan en protocolos de comunicación con estándar IEEE 802.15.4, o redes LP-WAN que se basan en protocolos de comunicación de tipo LoRaWAN. No se excluye la implementación y la integración de redes locales adicionales que utilicen diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica, como el Wi-Fi (IEEE 802.11b/g/n) o el futuro 5G.

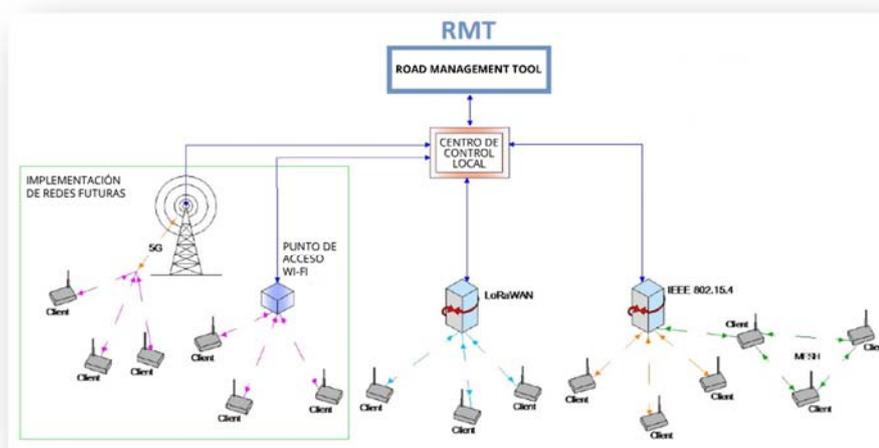


Figura 43 - Tipológico de Conectividad de los Sensores (Client) en la RAN IoT

### 1.2.2.1 Short Range Network - Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN)

Las redes de tipo Short Range Network son redes en las que los sensores pueden comunicar entre ellos o con el gateway al que se refieren y donde la señal puede cubrir distancias ilimitadas, del orden de unas decenas de metros.

Estas tipologías de redes se basan en un protocolo de comunicación estándar IEEE 802.15.4, caracterizado por baja/media tasa de bits, bajo consumo de energía, bajo coste, empleo de bandas libres y alto números de nodos sensores.

El protocolo IEEE 802.15.4 permite minimizar el tiempo de acción del radiotransmisor de modo que se reduzca el consumo de energía. Básicamente, este tipo de protocolo comunica con un alto número de nodos activos en la red (sensores) tanto en condiciones estáticas como dinámicas, con la capacidad de quedarse en un estado de inactividad (latencia) por mucho tiempo sin tener la necesidad de conectarse con la red, conllevando un bajo consumo de energía.

Las topologías de las redes SRN son diferentes (mesh o a estrella) y cada dispositivo tiene una cobertura de entre 10 y 75 m; las distancias más amplias se cubren por medio de técnicas de multihop, saltando de nodo en nodo.

En este caso específico, las redes SRN se dividen en:

- Redes C1WSN
- Redes C2WSN

Las redes C1WSN permiten transmitir los datos utilizando la técnica llamada "multihop" (multi-salto) en la que cada sensor actúa como un nodo que hace de manera que la información rebote automáticamente sobre el nodo más cercano, hasta que llegue a un router que se encuentra cerca de un centro de control donde se procesan los datos recibidos. Si un nodo está inactivo, porque por ejemplo tiene baja batería, la red vuelve a configurarse y encuentra una manera para que los nodos que quedan puedan comunicar igualmente de modo que la información llegue a su destino. Este tipo de red asegura un bajo consumo de energía y una alta fiabilidad.

De lo contrario, las redes C2WSN utilizan una técnica de transmisión llamada "single-hop" (de salto simple), en la que los sensores no transmiten los datos a nodos cercanos, sino hacia un nodo llamado "Router Inalámbrico" capaz de enviar los datos de un grupo de sensores, sin procesar la información, hacia un router que se encuentra cerca del centro de control. Este tipo de red requiere muy poca energía.

### 1.2.2.2 Long Range Network - Low Power Wide Area Network (LP-WAN)

Las redes que forman parte de la tipología Long Range Network son todas las redes de tipo LP-WAN (Low Power Wide Area Network), o sea redes de largo alcance de transmisión y de bajo consumo, que se caracterizan por una Tasa de Bits reducida y una transmisión entre distancias amplias.

Esta tipología de red es capaz de llevar a cabo actividades de monitoreo IoT en las que no es necesario consultar con frecuencia los sensores, en las que se requiere un intercambio de pocas decenas/centenas de bits y una elevada duración de las baterías alrededor del sensor.

La siguiente figura muestra una comparación entre las redes LPWAN, las redes de tipo IEEE 802.15.4 y las redes 3G, 4G, 5G, en términos de área de cobertura, consumo de energía, ancho de banda, latencia de transmisión y otras características y requisitos.

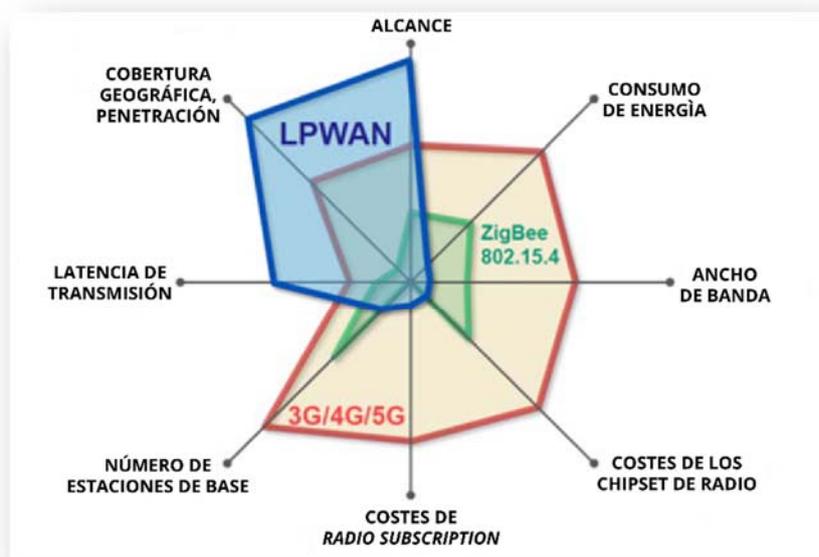


Figura 44 - Comparación entre LPWAN y otras tecnologías inalámbricas

Las redes LPWAN se basan en protocolos de comunicación de tipo **LoRaWAN** (*Long Range Wide Area Network*), o sea protocolos de bajo consumo que utilizan un espectro inalámbrico seguro y de amplia cobertura.

La tecnología LoRaWAN es capaz de conectar los sensores muy distantes el uno al otro, ofreciendo al mismo tiempo una óptima duración de la batería, dado que necesita una infraestructura mínima. Todo esto permite ofrecer ventajas como movilidad, seguridad, mejora de localización/colocación y de la función de ser bidireccional, así como costes más bajos.

Los sensores con protocolo de transmisión LoRaWAN son capaces de comunicar a distancias mayores de 40 Km en entornos favorables, de 15 Km en entornos semirurales, mayores de 2 Km en entornos urbanos muy poblados a una velocidad de datos que oscila entre 300 bit y 100 kbit. Esto les permite enviar una cantidad de datos reducida. Además, los sensores necesitan muy poca energía y la mayoría de ellos pueden funcionar por unos años utilizando solamente una batería de altas prestaciones.

La topología de una red LoRaWAN prevé una configuración a estrella, en la que cada nodo (*Sensor IoT*) se conecte a la puerta de enlace. Las Puertas de enlace se conectan a su vez a un Servicio de Red mediante una conexión que se basa en el estándar IP, mientras que los nodos finales (*Sensores IoT*) utilizan una comunicación inalámbrica de simple salto hacia una o varias puertas de enlace. En general, la comunicación hacia los sensores IoT es bidireccional, pero puede también soportar el multicast para gestionar la actualización o la distribución de masa de mensajes para reducir los tiempos de comunicación.

Según el tipo de empleo, los dispositivos finales LoRaWAN se pueden dividir en tres categorías diferentes en base a su función:

- Categoría A - dispositivos de bajo consumo, con temporización específica para las comunicaciones. Las comunicaciones son bidireccionales, pero los mensajes que se reciben se pueden leer solo una vez que la transmisión saliente termina;
- Categoría B - dispositivos que permiten la comunicación bidireccional como los de categoría A, y que también cuentan con una *receive window* (ventana de recepción) casual;
- Categoría C - dispositivos de consumo más alto que cuentan con una ventana de recepción constantemente abierta excepto por el período de transmisión.

### 1.2.3 Los sistemas de monitoreo en RANIoT

La siguiente tabla resume el conjunto de los objetos y las relativas magnitudes a medir, individuando por cada una de ellas la tipología de red IoT más adecuada y el protocolo de comunicación correspondiente. No se excluyen los sistemas que no son indicados en la tabla:

Tabla 5 - Monitoreo RANIoT

"Estructuras" de monitoreo	Variables Medidas	Sensores	Frecuencia de medida	Gestión de emergencias	Tipología de red IoT	Protocolo de comunicación
Plan de la Red Viaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del plan de la red viaria</li> <li>• Seco</li> <li>• Húmedo</li> <li>• Mojado</li> <li>• Nieve</li> <li>• Hielo</li> <li>• Sal residual</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad crítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SENSOR TEMPERATURA</li> <li>• SENSOR CONDICIÓN ASFALTO</li> <li>• MICRÓFONO ASOCIADO A ACELERÓMETRO (para el monitoreo de vibraciones y de espectro del ruido)</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LP-WAN/ POR CABLE	LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Barreras de Seguridad (Guardarraíl, New Jersey, Barreras Móviles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibraciones</li> <li>• Distancia entre vehículos</li> <li>• Desplazamientos generalizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACELERÓMETRO</li> <li>• SENSOR DE PROXIMIDAD A ULTRASONIDOS</li> <li>• MICRÓFONO ASOCIADO A ACELERÓMETRO (para el monitoreo de vibraciones y de espectro del ruido)</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LP-WAN/ POR CABLE	LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Puentes/Viaductos: entramados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibraciones</li> <li>• Inclinación</li> <li>• Desplazamientos generalizados</li> <li>• Estado local de deformación</li> <li>• Presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACELERÓMETRO</li> <li>• INCLINÓMETRO</li> <li>• FISURÓMETRO</li> <li>• CÉLULA DE PRESIÓN EXTENSÓMETRO</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN / LP-WAN/ POR CABLE	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Puentes/Viaductos: Pilas y estribos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamientos generalizados</li> <li>• Estados locales de deformación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACELERÓMETRO</li> <li>• INCLINÓMETRO</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Allarme automatico in caso di raggiungimento della soglia di criticità	LR-PWAN / LP-WAN/ WIRED	IEEE 802.15.4 / LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Túneles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimientos anómalos</li> <li>• Hundimiento vertical</li> <li>• Nivel freático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INCLINÓMETRO</li> <li>• SENSORES DE ASIENTOS MAGNÉTICOS</li> <li>• PIEZÓMETRO ELÉCTRICO</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN / LP-WAN/ WIRED	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Laderas inestables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimenti anomali</li> <li>• Cedimenti verticali</li> <li>• Livello di falda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INCLINOMETRO</li> <li>• ASSESTIMETRO MAGNETICO</li> <li>• PIEZOMETRO ELETTRICO</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN / LP-WAN/ WIRED	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN/CAN-bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles de ruido</li> <li>• CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub></li> <li>• Material particulado, Temperatura, humedad y presión del aire</li> <li>• Luminosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SENSOR PARA MONITOREAR RUIDO</li> <li>• SENSOR PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE</li> <li>• ESTACIÓN METEOROLÓGICA</li> <li>• SENSOR PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE</li> <li>• SENSOR DE LUMINOSIDAD</li> </ul>	Dos veces al día. Continua en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN / LP-WAN/ WIRED	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN

"Estructuras" de monitoreo	Variables Medidas	Sensores	Frecuencia de medida	Gestión de emergencias	Tipología de red IoT	Protocolo de comunicación
Áreas de descanso	Presencia de vehículos	• SENSOR DE ESTACIONAMIENTO O INTELIGENTE	Dos veces al día. Continúa en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN / LP-WAN/ WIRED	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN
Obras	Geolocalización del comienzo, final y duración de la obra	• SMART TRACER ROAD WORK	Dos veces al día. Continúa en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN/ LP-WAN/WLAN/ POR CABLE	IEEE 802.15.4/IEEE 802.11/ LoRaWAN
Tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de tráfico</li> <li>• Eventos peligrosos</li> <li>• Situaciones críticas por carretera</li> <li>• Lectura e identificación de matrícula</li> </ul>	• CÁMARA DE VIDEO INTELIGENTE MULTIFUNCIÓN	Dos veces al día. Continúa en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	RED POR CABLE IP/ MPLS (CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS MULTIPROTOCOLO)	
Muros de contención	Desplazamientos generalizados	• INCLINÓMETRO	Dos veces al día. Continúa en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN/ LP-WAN/WLAN/ POR CABLE	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN/CAN -bus/RS-485/RS-232/EtherCAT
Cimentaciones sobre el cauce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socava con medida combinada de estados locales de deformación</li> <li>• Desplazamientos generalizados</li> <li>• Vibraciones</li> </ul>	• INCLINÓMETRO	Dos veces al día. Continúa en caso de alcance del umbral de atención	Alarma automática en caso de alcance del umbral crítico	LR-PWAN/ LP-WAN/WLAN/ POR CABLE	IEEE 802.15.4/ LoRaWAN/CAN -bus/RS-485/RS-232/EtherCAT

#### 1.2.4 Sistema de Monitoreo de la Infraestructura

Nel corso della vita di un'infrastruttura, è necessario controllare che essa mantenga dei margini di A lo largo de la vida de una infraestructura, es necesario monitorear que esta mantiene los márgenes de seguridad en respecto a los requisitos reglamentarios mínimos, ya que las actividades antrópicas y/o medioambientales, reducen progresivamente la resistencia de las estructuras, como los fenómenos de fatiga.

Con un control y un monitoreo en tiempo real de la condición tanto de las infraestructuras como de las estructuras, se obtendrá una optimización de las intervenciones de mantenimiento preventivo y/o correctivo y al mismo tiempo se obtendrá también un marco definido en caso de calamidad, que es útil para gestionar las intervenciones.

A continuación, un listado de los principales sensores IoT que se emplean para monitorear la infraestructura y todas sus funciones.

**El fisurómetro eléctrico** es un sensor empleado muy a menudo para monitorear de manera continua los puentes, los viaductos, así como las fracturas en agregados rocosos. El dispositivo está formado por un sensor de desplazamiento de tipo potenciométrico que es capaz de señalar las variaciones de posición entre dos puntos localizados a caballo de una fisura o de un empalme. El sensor tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico para transmitir datos.

**El extensómetro** es un sensor que permite medir de manera continua las deformaciones y los desplazamientos de infraestructuras viales como puentes, viaductos y túneles. El dispositivo tiene que conectarse a un transductor eléctrico que convierte cada movimiento en una variación de señal

eléctrica con salida estándar 4÷20 mA, en tensión o digital RS485. El dispositivo tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El acelerómetro inalámbrico triaxial (ULP) (Ultra Power Light)** es un instrumento de medida capaz de monitorear y/o medir la aceleración, calculando la fuerza señalada con respecto a la masa del objeto (fuerza por unidad de masa). El sensor es adecuado para monitorear de manera continua las infraestructuras viarias como puentes, viaductos o también para monitorear las barreras de seguridad. El dispositivo cuenta con una transmisión de radio con antenas omnidireccionales con cobertura inalámbrica máxima de aproximadamente 200 m.

**El inclinómetro inalámbrico mono, biaxial o triaxial** es un instrumento que mide el ángulo que la superficie horizontal forma con la recta que une "observador-objeto observado". Se compone de un eje articulado que puede moverse sobre un plan vertical, disponiéndose en la vertical en referencia a la gravedad. Este sensor es adecuado para monitorear de manera continua las infraestructuras viarias como puentes y viaductos. El dispositivo cuenta con una transmisión de radio con antenas omnidireccionales con cobertura inalámbrica máxima de aproximadamente 200 m.

**Los sensores magnéticos** de asentamientos son instrumentos que miden la entidad de hundimientos y asentamientos de la tierra, o sea, las variaciones de distancia entre dos o varios puntos a lo largo de un eje vertical común. El dispositivo cuenta con una columna asimétrica con una serie de puntos de medida (anillos magnéticos) cuya posición, detectada por medio de una sonda de lectura, permite conocer los hundimientos correspondientes a cada tramo incluido entre dos anillos y el hundimiento total con respecto a un punto de referencia. El dispositivo se debe conectar a un transductor que proporciona en salida una señal eléctrica con salida estándar 4÷20mA, en tensión o digital RS485 y tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El sensor de temperatura PT100**, es un sensor que mide la temperatura del firme. El sensor debe ser capaz de proporcionar la señal en salida 0÷2V dc, 4÷20 mA, en tensión o digital RS485 y tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El sensor condición asfalto** es un sensor que mide las principales características físicas y químicas del firme. Todo esto permite conocer la condición de la carretera y entonces llevar a cabo actividades de limpieza o de prevención contra la formación de hielo o acumulación de nieve/granizo. El transductor debe ser capaz de obtener diferentes tipos de información permitiendo conocer no solo la temperatura, sino también la condición del firme haciendo una distinción entre húmedo, mojado, hielo, nieve, sal residual, permitiendo también una evaluación de la humedad crítica.

**La célula de presión** es un sensor para detectar las presiones locales dentro de una masa de terreno y para el monitoreo de las presiones que contribuyen al contacto entre una cimbra y un terreno que ejerce presión. El dispositivo debe ser capaz de medir el peso excesivo debido a obras de cementación y las presiones a contacto entre cimbras y terreno. El dispositivo tiene que conectarse a un transductor eléctrico que convierte cada variación de presión en una variación de señal eléctrica con salida estándar 4÷20 mA, en tensión o digital RS485. El dispositivo tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**La célula de carga a tracción** es un sensor para medir de manera continua la tensión de los cables metálicos que constituyen las barreras contra el desprendimiento de macizos rocosos. El dispositivo debe conectarse a un transductor que proporciona en salida una señal eléctrica con salida estándar 4÷20mA, en tensión o digital RS485 y tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El piezómetro** eléctrico cuenta con un transductor de presión relativo, permite determinar la altura piezométrica midiendo la presión hidrostática que influye sobre el sensor sumergido y, de esta manera, determinar el nivel del agua. El dispositivo debe conectarse a un transductor que proporciona en salida una señal eléctrica con salida estándar 4÷20mA, en tensión o digital RS485 y tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El interferómetro terrestre** es un sensor con tecnología radar que permite detectar desde una posición lejana el campo de los movimientos del terreno a través de la producción de imágenes georreferenciadas y multitemporales, que permiten analizar en detalle la evolución espacial y temporal del marco de deformación. El dispositivo tiene que ser compatible con cualquier registrador de datos inalámbrico.

**El sensor de nivel de líquidos** es capaz de medir el nivel de los líquidos. El sensor debe contar con un contenedor y un flotador.

**El sensor de proximidad a ultrasonidos**, para notificar la superación de la distancia mínima de seguridad entre vehículos.

Para monitorear la infraestructura se prevé un software específico que implementa un algoritmo para elaborar los datos recogidos por los sensores mencionados anteriormente y para individualizar automáticamente las anomalías de la estructura (deformaciones y fisuraciones relevantes, presencia de daños causados por deterioro de los materiales y/o por acciones accidentales), tanto en términos de localización del daño, como de evaluación de su magnitud.

La elaboración y los análisis de las medidas deben ser llevados a cabo por expertos con competencia específica en el ámbito de la ingeniería estructural. Un experto responsable del monitoreo estructural emitirá un informe relativo al estado de la estructura y a la posible necesidad y urgencia de actividades de reparación. En cualquier caso, el sistema realizará una comprobación automática por medio de la definición de umbrales de alarma, definidas por los expertos que proyectaron el monitoreo en función del modelo estructural, del número de sensores, de los umbrales de seguridad, etc.

Un experto tendrá que analizar la superación de los umbrales de alarma para luego emitir un informe sobre las posibles causas y prever, de manera proactiva, las posibles intervenciones para:

- Ulteriores investigaciones sobre la estructura;
- Intensificación de la frecuencia de monitoreo;
- Propuestas de intervención.

Habría que prever también un sistema de alarma automática, equipada con las necesarias redundancias y seguridades para reducir la posibilidad de falsas alarmas. Todo esto sirve para avisar a los gestores de la infraestructura y a los Organismos de Seguridad en caso de que el sistema detectara anomalías relevantes en la seguridad de la estructura monitoreada.

Los análisis que proceden del monitoreo estructural permiten al gestor desarrollar planes de mantenimiento relacionados con los niveles de riesgo y con las exigencias de intervenciones urgentes, optimizando los recursos disponibles para el mantenimiento de las estructuras.

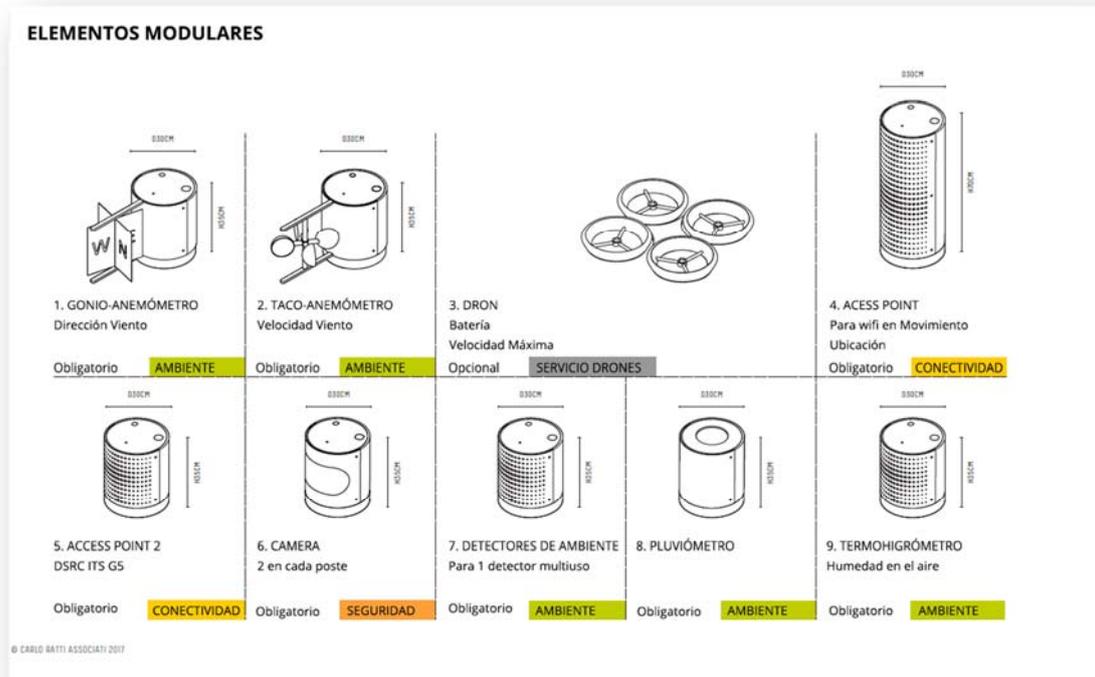


Figura 45 - Ejemplo de módulos para sensores de control

#### 1.2.4.1 Control de la superficie viable

El control de la superficie viable tiene el objetivo de medir y controlar las principales características fisicoquímicas del firme y permite conocer el estado del pavimento en tiempo real para poner en marcha medidas de mantenimiento y conservación, por ejemplo contra la formación de hielo o la acumulación de nieve/granizo.

A lo largo de la infraestructura viaria se instalarán, de manera uniforme, los siguientes sensores:

- **Sensor de temperatura;**
- **Sensor del estado del asfalto.**

El primero proporciona informaciones sobre la temperatura del asfalto para que se pueda detectar la posible formación de hielo. El estado de la calzada (seco, mojado, cubierto de nieve o hielo), en cambio, se podrá controlar gracias a un sensor del estado del asfalto.

#### 1.2.4.2 Control de las barreras de seguridad

El diseño referente a la Smart Road incluye la posibilidad de implementar un sistema de sensores instalados en las barreras, fijas y móviles, capaces de detectar tanto la deformación y la rotura o el daño de las barreras, como el acercamiento de los vehículos a ellas. Esos dispositivos enviarán una señal de alarma a los operadores y al Centro de Control de Anas en el caso de que haya accidentes.

Para este fin, se ha establecido desarrollar las siguientes funcionalidades activas dentro de las barreras:

- Comunicación en tiempo real de un posible daño o rotura de la barrera en la carretera a causa de la colisión con un vehículo motorizado, con geo-referenciación del acaecimiento (calzada, dirección y el punto kilométrico);

- Aviso de acercamiento peligroso de un vehículo motorizado a la barrera de carretera a través de una señal de alarma comunicada al usuario.

Para controlar las barreras de seguridad los principales sensores utilizados son los siguientes:

- **Acelerómetro de choque**, para medir la aceleración y la vibración procedentes de las colisiones contra las barreras;
- **Sensor de proximidad ultrasónico**, para señalar que se ha superado la distancia mínima de seguridad de la barrera.

Los sensores de aceleración para la seguridad vial se colocarán directamente en las placas de anclaje de las barreras. El sistema de detección de las colisiones mide la aceleración, convirtiendo las tres salidas en tensión procedentes del acelerómetro triaxial en forma digital. El microcontrolador elabora el módulo de aceleración y lo compara con un valor umbral, que si rebasado, pone en marcha el estado de alerta. Además hay que establecer un sistema de procesamiento de datos que permita localizar el choque entre dos sensores adyacentes.

La distancia entre vehículo y barrera, en cambio, se obtiene midiendo el tiempo necesario para que la onda ultrasónica se refleje en el vehículo y regrese al sensor instalado en la barrera. Si esa distancia es inferior a un valor umbral, que varía dependiendo del tipo de carretera, se activa el sistema de alarma y se envía la comunicación en altavoz al dispositivo móvil del usuario de la carretera. Una futura aplicación se basa en un sistema de comunicación entre los sensores de proximidad y el vehículo equipado con DSRC (comunicaciones especializadas de corto alcance), que implica un alejamiento automático del vehículo de la barrera, evitando así accidentes de tráfico.

#### 1.2.4.3 Control de puentes y viaductos

El control estructural en la fase de utilización es esencial para garantizar la durabilidad y protección de las infraestructuras como puentes y viaductos que se emplearán por décadas.

En el caso de estructuras ya existentes, bastante obsoletas, el control es necesario para comprobar las condiciones estructurales y la integridad de la estructura misma. Además, permite mantener bajo control posibles fenómenos de deterioro tras eventos catastróficos o a lo largo de su vida útil. Su comprensión y evaluación constituye un apoyo clave para la adecuada definición de las intervenciones de mantenimiento y restablecimiento.

El control puede incluir los elementos estructurales que forman parte del puente, del viaducto o la zona del subsuelo donde se encuentran las cimentaciones de la estructuras. Los elementos más controlados son:

- Las vigas que forman parte del tablero del puente;
- Las pilas y los bastiones del puente;
- Las cimentaciones.

Los sensores IoT utilizados son:

- **Fisurómetros o Extensómetros**, para medir las deformaciones de las vigas de los tableros y de los pulvinos, y para medir los movimientos de las juntas o fenómenos de fatiga de la estructura;
- **Acelerómetros triaxiales**, para medir las vibraciones de la estructura sometida al tráfico rodado;
- **Clinómetros biaxiales o triaxiales** para controlar las inclinaciones y rotaciones de las pilas;
- **Instrumentos para asentamientos**, útiles para controlar si hay hundimientos o desplazamientos diferenciales de las cimentaciones;
- **Sensores de Temperatura** para medir la temperatura del asfalto;

- **Celdas de presión**, para medir la presión que se genera al contacto de una obra de sostenimiento con el empuje de tierras;
- **Inclinómetros** para controlar los movimientos de deslizamiento del terreno;
- **Piezómetros**, para controlar el acuífero.

#### 1.2.4.4 Control en los túneles

Los túneles existentes necesitan una supervisión continua para su seguridad y gestión. Es preciso controlar sobre todo las secciones críticas o algunas zonas ya deterioradas para entender debidamente lo que ocurre con el tiempo en esas estructuras específicas.

Los instrumentos de diagnóstico permiten identificar y localizar las eventuales anomalías, los daños en la estructura del túnel y pueden generar alarmas si se exceden umbrales preestablecidos.

Los sensores que se utilizarán para el control estructural del revestimiento del túnel son los siguientes:

- **Acelerómetros**, para medir las vibraciones y hundimientos del revestimiento definitivo del túnel;
- **Sensor de Temperatura**, para controlar la temperatura del revestimiento del túnel;
- **Extensómetros o Fisurómetros**, para controlar los movimientos horizontales, verticales y convergencias;
- **Celdas de presión**, para calcular las tensiones y presiones locales que se generan al contacto de una estructura con el empuje de tierras.

En los túneles recién construidos ya se han colocado sensores y aparatos tecnológicos, en conformidad con las normas de seguridad en los túneles, que están conectados a su vez a los PLC y al sistema SCADA de túneles. Estos aparatos y sensores miden y controlan el estado de funcionamiento de las instalaciones presentes, la viabilidad, las condiciones de tránsito y la temperatura dentro del túnel, así como la velocidad del aire, las condiciones de visibilidad y contaminación atmosférica.

Actualmente Anas tiene un sistema centralizado Road Management Tool (RMT), integrado con el Sistema de Telecontrol (STIG), que a su vez será totalmente integrado en el sistema "Smart Road".

#### 1.2.4.5 Control de laderas inestables

Para controlar adecuadamente la estabilidad de una ladera se necesitan cuantos más datos posibles de modo que se pueda llevar a cabo una observación constante en el tiempo del posible fenómeno de inestabilidad.

Los principales parámetros que habrá que controlar están aquí listados:

- Deslizamientos superficiales;
- Deformabilidad del suelo a lo largo de una vertical;
- Profundidad y forma de la superficie del derrumbe;
- Localización espacio temporal de posibles derrumbes;
- Aspectos hidrogeológicos del lugar;
- Régimen hidráulico y posibles variaciones.

Los sensores más adecuados para el control de dichos parámetros son:

- **Interferómetro terrestre;**

- **Inclinómetros;**
- **Piezómetros.**

### 1.2.5 Sistema de Control de Tráfico y Transporte de Mercancías

En la Smart Road está incluido un conjunto de sistemas para el control en tiempo real de las condiciones del tráfico y del transporte de mercancías, como:

**La Multi-function Smart Camera** que lleva a cabo una actividad de vigilancia “inteligente”, señalando los acontecimientos más peligrosos en las carreteras, los datos del tráfico, la presencia de niebla, la distancia de visibilidad y tiene la función de reconocimiento de las matrículas.

**El Sistema Weigh in Motion** que permite controlar de manera constante el peso de cada vehículo que transita en la carretera gracias a sensores de peso instalados en el firme de la carretera.

**El Sistema de control de enlaces** permite controlar y gestionar, a distancia y de manera automática, los accesos a los enlaces a lo largo de la autopista, gracias a la instalación de barreras automáticas vehiculares.

**El Sistema de Truck Parking** en áreas de descanso para vehículos pesados permite reservar los sitios para el descanso a través de un servicio exclusivo que garantiza un control constante de las mercancías, para descansar en seguridad.

**El Smart Tracer Road Work** es un dispositivo que permite señalar y geolocalizar la presencia de obras en la carretera. Está equipado con GPS, módem Wi-Fi y GSM, batería y LED para indicar donde empieza y donde termina la obra.

#### 1.2.5.1 Multi-function Smart Camera

El sistema Multi-function Smart Camera formará parte de la infraestructura Smart Road, gracias a la instalación de dispositivos que llevan a cabo una actividad de videovigilancia “inteligente”, detectando los acontecimientos peligrosos, las situaciones más críticas en la carretera, los datos de tráfico, lectura y reconocimiento de matrículas, etc.

La Multi-function Smart Camera será gestionada y controlada por un *software* especializado que proporciona las siguientes funcionalidades:

- Detección de vehículo parado en condiciones de tráfico fluido;
- Detección de vehículo parado en condiciones de congestión vial;
- Detección de vehículo parado tras un accidente;
- Detección del nivel de la congestión vehicular determinando la longitud de la fila;
- Detección de vehículos lentos y generación de una alarma cuando la velocidad de un vehículo disminuye por debajo de un umbral específico;
- Detección de presencia de peatones;
- Detección de vehículo en movimiento en sentido contrario;
- Detección de presencia de humo, niebla o la disminución de visibilidad;
- Detección de presencia de residuos en la carretera;
- Detección de cambio de carril;
- Detección de condiciones de tráfico en tiempo real, como:
  - Velocidad media [km/h];
  - Volumen de tránsito [n° vehículos/h];

- Densidad de tránsito [n° vehículos/km];
- Utilización del carril [%];
- Longitud del vehículo [m];
- Tipo de vehículo;
- Lectura y reconocimiento de las matrículas de los vehículos en tránsito de todos los siguientes tipos: matrículas europeas, posibilidad de actualizar la cámara en futuro para reconocer nuevas matrículas y configuraciones, matrículas italianas específicas (ej. Fuerzas de Policía, matrículas provisionales y temporales, etc.);
- Detección automática de paneles naranja de mercancías peligrosas ADR con decodificación del código Kemler y ONU;
- Medición también en casos de:
  - Lluvia, incluso intensa;
  - Por la noche o con escasa visibilidad;
  - Niebla;
  - Nieve;
  - Humo.

El personal encargado o en posesión de las autorizaciones necesarias podrá conectar o desconectar el sistema Multi-function Smart Camera tanto a distancia como *in situ*.

#### 1.2.5.2 Control de cruces de entrada y salida

El sistema de control de enlaces permite vigilar y gestionar a distancia y de manera automática los accesos a los enlaces a lo largo de la autopista, a través de la instalación de barreras automáticas vehiculares. El sistema de acceso tendrá que:

- a. Gestionar el tránsito de vehículos en los carriles de entrada y salida;
- b. Señalar los vehículos al centro de control.

En concreto, las funciones relacionadas al sistema de acceso son:

- Detección de los tipos de vehículos;
- Videovigilancia/control de tránsito;
- Lectura de las matrículas;
- Recopilación y almacenamiento de datos;
- Control de accesos;
- Indicaciones para rutas alternativas en el caso de que hayan tramos de carreteras no viables.

El sistema de control de accesos a la autopista es una solución que permite controlar, proporcionar y documentar el acceso a la infraestructura viaria, gracias a imágenes digitales, con fines de seguridad. El sistema está generalmente formado por:

- Barrera automática con asta de aluminio sobre la cual se instalarán LED que proporcionan una luz roja continua cuando el asta está en posición horizontal y una luz de color verde cuando está en posición vertical;
- Cámara de videovigilancia exterior instalada en un poste con una altura adecuada, con el control del objetivo P-IRIS para una apertura óptima del diafragma y de los iluminadores IR, de los que se pueden ajustar el ángulo de visión y la intensidad, y que, por lo tanto,

permiten vigilar una zona muy amplia que va de 74 m<sup>2</sup> (por ángulo de apertura de aproximadamente unos 44°) a 3.413 m<sup>2</sup> (por un ángulo de apertura de aproximadamente unos 140°). Esas videocámaras se instalarán en cada enlace, tanto de entrada como de salida, para:

- a. Vigilar la zona interesada;
  - b. Controlar eventuales situaciones críticas (accidentes, obras viales);
  - c. Controlar el funcionamiento de los aparatos presentes;
  - d. Detectar si un vehículo está circulando en sentido contrario.
- Sensor RADAR, colocado en el centro del carril para detectar el estado del tráfico;
  - Multi-function Smart Camera que puede leer las matrículas de cada vehículo en tránsito e identificar vehículos de emergencia o de Anas (si hay una situación de emergencia que conlleva el cierre del enlace por razones de seguridad, solo los vehículos autorizados para la gestión y solución de la emergencia tienen el acceso al tramo interesado).

Además, en todo enlace se encuentra la señalización vertical luminosa, formada por:

- Un Panel de Mensaje Variable para informar los usuarios sobre el estado del enlace. El panel estará colocado a una distancia adecuada para que el usuario pueda ser dirigido en seguridad hacia un recorrido alternativo;
- Letreros luminosos unilaterales para señalar a los usuarios el cierre del enlace;
- Semáforo especial con una luz circular roja fija, utilizado solo en los pasos a nivel con barreras. Cuando las luces rojas están encendidas, los vehículos no deben superar la señal para poder observar las indicaciones; cuando las luces se apagan los vehículos pueden seguir circulando.

El sistema está conectado al centro de control; de hecho en cada enlace se ha instalado un armario de protección que guarda los aparatos de potencia, de transmisión y de control de datos.

El centro de control se basa en tecnologías avanzadas. Está conectado con los enlaces a través de una red local que gestiona el sistema local y permite recopilar los datos registrados en los enlaces, así como gestionar el archivo de los tránsitos y visualizar los datos obtenidos. La posición remota permite al operador visualizar el enlace y controlar su funcionamiento.

La posición local, en cambio, permite abrir o cerrar el enlace a través del radiocontrol, del lector de proximidad/teclado y sensor remoto. El sistema de enlaces se interconectará con el sistema RMT ANAS.

### 1.2.5.3 Weigh in Motion System (WIM) – Pesaje dinámico

El sistema Weigh in Motion (WIM) para medir el peso de los vehículos en movimiento ha sido introducido en la infraestructura tecnológica Smart Road para el control de las cargas en las infraestructuras y la detección de los vehículos sobrecargados para comprobar que sean conformes al tamaño legal. Este sistema logra detectar el peso de cada vehículo en tránsito independientemente de su velocidad.

Según el código de circulación, la infracción por un peso que excede los límites permitidos puede ser confirmada si el peso se mide en una plataforma de pesaje estática homologada. Por lo tanto, según la legislación vigente, el pesaje dinámico no se puede considerar una prueba sancionatoria. El sistema de pesaje dinámico, por consiguiente, se utilizará solo para identificar el vehículo que lleva a cabo la infracción y para transmitir las respectivas imágenes al centro de control.

El sistema WIM abarca uno o más carriles de la calzada y utiliza bucles de inducción o sensores de alta precisión gracias a la tecnología piezoeléctrica. Esos sensores pueden ser instalados en cualquier tipo de pavimento de carretera (asfalto, hormigón) y son mínimamente invasivos.

El sistema de pesaje dinámico está asociado a un sistema de grabación de vehículos que, gracias a una videocámara inteligente instalada en un poste lateral que, a su vez, se encuentra justo después de los sensores de pesaje, logra obtener las imágenes de los vehículos sobrecargados. La videocámara no debe ser en blanco y negro porque el color del vehículo puede ser una información esencial para su individuación, junto a su forma, matrícula y eventuales inscripciones. Por la noche, la zona tiene que ser iluminada por un foco instalado en un poste lateral en línea con el sistema de sensores.

Se sacan imágenes del tránsito para poder identificar los vehículos que superan el límite de peso consentido. Las imágenes, finalmente, se envían a un sistema central (nodo de red Smart Road) que almacena esas informaciones en una base de datos en el Centro de Control.

De manera más específica, el sistema podrá:

- Gestionar los sensores instalados en dos o más carriles: carriles derechos de circulación y carriles de adelantamiento;
- Medir el peso de los vehículos que circulan entre dos carriles (entre el carril derecho y de adelantamiento o entre el carril derecho y el de emergencia);
- Establecer el peso por eje, por grupos de ejes y la distancia de los ejes;
- Establecer la longitud del vehículo;
- Establecer la velocidad del vehículo;
- Clasificar los vehículos en tránsito;
- Registrar data y hora del tránsito;
- Obtener la imagen del vehículo sobrecargado.

Un sistema basado en un par de sensores piezoeléctricos WIM tiene que garantizar una precisión nominal del 5%, estableciendo el peso que será la media aritmética de los pesos detectados por cada sensor.

El sistema está formado por:

- Sensores piezoeléctricos WIM instalados en la carretera. La longitud de los sensores es conforme a la amplitud del carril interesado;
- Una unidad de pesaje dinámico, Datalogger con interfaz Web y protocolos de comunicación. Configuración del Datalogger según el número de carriles que cabe controlar;
- Bucles de inducción instalados en la carretera en proximidad de los sensores piezoeléctricos;
- Alimentador, conmutador y cables;
- Una unidad para la grabación de vehículos: multi function smart camera para la lectura de matrículas;
- Una unidad central de control y almacenamiento de datos;
- Sensores de temperatura para mejorar la medición en función de la temperatura del asfalto;
- Resina de dos componentes para tapar fisuras en los sensores piezoeléctricos.

Los sensores WIM que se emplean son sensores de peso piezoeléctricos que se caracterizan por su forma lisa de modo que se reduzca el ruido que se genera cuando un eje se acerca al sensor o un vehículo transita en un carril adyacente. Los sensores instalados abarcan toda la anchura de los carriles.

Los sensores piezoeléctricos WIM serán de dos tipos:

- Sensores piezo-cerámicos, con corrección del peso basada en la diferencia entre la temperatura detectada y la temperatura calibrada por el sistema;
- Sensores de cristal de cuarzo que aseguran la máxima precisión en la respuesta tanto a nivel de tiempo como en la variación de la temperatura.

La unidad de pesaje dinámico elabora las señales que proceden de los sensores instalados en el asfalto: dos sensores WIM piezoeléctricos, un bucle en cada carril y sensores de temperatura para compensar las desviaciones de las señales procedentes de los sensores piezoeléctricos.

La unidad está formada por un sistema de elaboración que, procesando las señales procedentes de los sensores, obtiene las informaciones concernientes los tránsitos. Se puede detectar el carril donde circula cada vehículo, la categoría de pertenencia, el número de los ejes, la velocidad y el peso, así como el peso de cada eje sobre cada sensor. La unidad funciona como un registrador de datos, por lo tanto los datos de los tránsitos quedan almacenados en una *memoria flash* por un período establecido por el usuario.

La unidad comunica a través del canal TCP/IP con un programa dotado de interfaz gráfica de usuario que permite configurar el dispositivo, examinar los datos referentes a los tránsitos y controlar la curva de temperatura. La unidad comunica con la videocámara inteligente a través de un canal en serie. Las cuatro señales ON/OFF, una por cada bucle, envían a la videocámara el impulso para obtener imágenes. Cuando el vehículo ha superado el sistema, este último envía en un canal en serie un mensaje con las informaciones relativas al tránsito.

El dispositivo gestiona también casos anómalos como los tránsitos entre el carril izquierdo y derecho o en el carril de emergencia (si lo hay). En el mensaje estos casos están señalados por *flag* (indicadores) específicos que contienen todos los datos detectados (si se trata del tránsito en el carril de emergencia) o reconstruidos a partir de aquellos detectados por los dos sistemas (si se trata de tránsitos entre el carril derecho y el de adelantamiento).

La unidad de grabación de vehículos está formada por una videocámara inteligente, con cabeza en color de alta resolución 1280x980, que puede sacar una o más imágenes de cada vehículo transitado en el sistema y que permite ver la matrícula y otros detalles útiles para la identificación del vehículo.

La videocámara está instalada en una caja estanca con un grado de protección IP66 estándar, equipada con un ventilador y un dispositivo de calentamiento controlados por termostatos separados.

La adquisición de imágenes está sincronizada por las señales ON/OFF enviadas por la unidad de pesaje.

Si el vehículo excede el peso de su categoría, se sacan imágenes de alta resolución del mismo, se envían a la unidad central de control y se asocian a los datos obtenidos por la unidad de pesaje utilizando el protocolo TCP/IP. Si el peso del vehículo es adecuado, se recopilan solo los datos obtenidos por el pesaje dinámico y la unidad de grabación elimina directamente las imágenes del mismo vehículo.

La unidad está instalada de modo que grabe los vehículos que transitan en todo carril (derecho y de adelantamiento); si el tránsito ocurre por la noche, la videocámara controla el encendido del foco lateral colocado de manera simétrica a los sensores de peso.

Por último, en la base del poste lateral, donde está instalada la multi function smart camera, hay un armario que guarda:

- Bornes de conexión;
- Unidad de alimentación con filtros de red;
- Unidad de pesaje dinámico;
- Un conmutador;
- Un telerruptor para controlar el encendido del foco externo.

#### 1.2.5.4 Sistema Intelligent Truck Parking

El diseño Smart Road incluye la mejora de la seguridad y el confort de los transportistas y de sus mercancías gracias a aplicaciones ITS. A lo largo de la carretera se realizarán áreas de aparcamiento y descanso para los vehículos pesados e industriales que transportan las así llamadas mercancías ITP (*Intelligent Truck Parking*), con servicios de vigilancia, información y reserva.

A tal efecto, por lo que concierne los sensores IoT, en las áreas de descanso se instalarán sensores **smart parking** por cada estacionamiento, que permiten establecer el estado del aparcamiento (libre/ocupado) y la llegada o partida de un vehículo pesado.

#### 1.2.5.5 Smart Tracer Road Work

El Smart Tracer Road Work es un dispositivo inteligente que puede ser instalado en la señalización vertical que se encuentra al principio y al final de las obras viales. Se utiliza para trazar zonas en obras, recorridos, accesos u operaciones de conservación ordinaria/extraordinaria. El dispositivo tiene un sensor GPS, un acelerómetro triaxial que puede detectar colisiones/vuelcos/desplazamientos y un interruptor manual on/off.

El dispositivo debe ser configurado para la comunicación de datos a través de sistemas inalámbricos (3G/4G/LoRaWAN/IEEE 802.11/IEEE 802.15.4) capaces de comunicar a distancia su posición por lo menos cada hora y por todo desplazamiento. El Smart Tracer Road Work debe tener batería recargable con una duración por lo menos de 10 días y una envoltura con un grado de protección mínima IP65.

El dispositivo debe estar conectado con el Sistema Empresarial Anas RMT o con sistemas de gestión y control del contratante para elaborar en tiempo real los datos procedentes del sitio en cuestión (lugar donde empieza y termina la obra y longitud total de la obra).

### 1.2.6 6 Sistema de control medioambiental

El sistema de información meteorológica para carreteras ("Road Weather Information System" - RWIS) estima en tiempo real las variables que pueden potencialmente aumentar el nivel de riesgo para la circulación vial. Se miden especialmente los principales parámetros medioambientales relacionados a la infraestructura vial, de modo que se puedan obtener informaciones preventivas y avisar al usuario a través de un servicio de mensajería de alarma, así como movilizar las unidades con rapidez y aumentar los niveles de seguridad.

El RWIS controla los siguientes parámetros medioambientales:

- Dirección y velocidad del viento;
- Temperatura del aire;
- Humedad del aire;
- Presión atmosférica;
- Contaminación acústica;
- Concentración de contaminantes atmosféricos (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM-10);
- Luminosidad;
- Intensidad y tipo de precipitación;
- Nivel de agua de los ríos.

Un centro de control medioambiental puede estar formado por un sensor o por la combinación de los siguientes aparatos.

**El anemómetro** es un sensor que mide la velocidad y la dirección del viento. Midiendo las vueltas de un anemómetro de cazoletas (sostenidas por tres brazos), se logra medir la velocidad del viento. Los rodamientos y un lubricante especial garantizan un funcionamiento eficaz del anemómetro tanto en

condiciones meteorológicas favorables como extremas. En cambio, la dirección del viento se detecta a través de un anemómetro de veleta.

**El sensor de “precipitación” (o Estación Meteorológica)** cuenta con el disdrómetro y otros sensores (de temperatura, de presión, de humedad, etc.) y detecta las condiciones meteorológicas. Este conjunto de sensores tiene que individuar las siguientes informaciones:

- Tipo y nivel de las precipitaciones de nieve o de lluvia y una estimación de la distancia de visibilidad;
- Nivel del agua o espesor de hielo en la superficie de la carretera con respectiva salinidad/concentración química y punto de congelación;
- Indicación de las precipitaciones en curso (comienzo/final de la última precipitación);
- Intensidad de la precipitación y valor acumulado;
- Clasificación de la precipitación;
- Medición de la radiación solar;
- Alcance visual y clasificación de la visibilidad;
- Humedad y temperatura del aire;
- Presión atmosférica.

**El sensor de radiación global (piranómetro)** es un dispositivo que mide la radiación solar, directa y difusa que se extiende por todo el espectro electromagnético y calcula la diferencia de temperatura detectada por celdas termoeléctricas (termopar) de alta precisión. El sensor tiene una funda de aluminio, una cúpula semiesférica de vidrio para proteger, tanto del enfriamiento debido al viento como de las influencias de los agentes exteriores, la zona donde se lleva a cabo la medición y una placa de enrase para un posicionamiento siempre ideal. Se debe configurar el dispositivo para que esté conectado con la entrada analógica del panel de mando multifuncional y regulado específicamente para la medición de señales de bajo voltaje.

**El sensor “ruido”** es un dispositivo que mide en tiempo real los niveles de contaminación acústica. El sensor tiene un micrófono omnidireccional, un módulo de adquisición, elaboración (cálculo de los espectros, grabación de audio, procesamiento de señales, detección eventos, etc.) y un módulo programable para la transmisión de datos.

**El sensor “atmósfera”** mide los principales parámetros medioambientales como: monóxido y dióxido de carbono, monóxido y dióxido de nitrógeno y partículas finas. Los sensores de alta precisión que miden los contaminantes y las partículas tienen un módulo programable de adquisición, elaboración y transmisión de datos.

**El sensor de luminosidad** mide la luminosidad interior/externa, convirtiendo la intensidad de la luz en una señal de salida digital en lux. Este dispositivo permite controlar la iluminación y garantizar un consumo de energía inteligente y eficiente.

**El sensor del nivel del líquido** que mide el nivel de los cursos de agua que se encuentran cerca de los cruces, como puentes y viaductos.

**Panel de control para la conexión de los sensores.** Los datos referentes a las condiciones meteorológicas y todas las informaciones medioambientales, detectadas por los diferentes sensores anteriormente mencionados, se memorizarán en una base de datos para que se puedan consultar y elaborar. Las comunicaciones sobre el funcionamiento serán accesibles e integradas con el sistema del centro de control que las utilizará para alertar al personal encargado de restablecer el correcto funcionamiento. Los sensores se instalarán en un poste y en cambio, dentro de una caja, se colocará un registrador de datos local que recoge los datos detectados por el panel de control en tiempo real y los envía al sistema integrado a través del nodo de red Smart Road. En el caso de conexión floja o ausente, los datos se memorizan en la memoria local y volverán a ser accesibles para la transmisión cuando se restablezca la conexión.

### 1.2.7 Sistema de control e intervención con drones

La utilización de los drones en la Smart Road permite controlar el tráfico vial en lugares estratégicos para la viabilidad y planificar y gestionar de manera eficiente los flujos de tráfico a lo largo de la carretera.

Las informaciones críticas procedentes de los drones no son útiles solo para la gestión del tráfico vial, sino también proporcionan un considerable apoyo para controlar una eventual zona donde haya ocurrido un accidente, permitiendo organizar y controlar la intervención de los vehículos de socorro y el transporte del botiquín.

Las imágenes en tiempo real procedentes de los drones llegan al centro de control, de donde se pone en marcha la coordinación de la intervención, a través de una conexión Wi-fi segura. El dron puede ser teledirigido por un operador encargado o puede recorrer de manera automática un trayecto ya establecido.

De todas maneras, la transmisión de las imágenes garantiza la privacidad de los datos sensibles de los usuarios.

Los drones permiten controlar constantemente la infraestructura a través de fotogrametrías y detecciones de diferentes tipos, haciendo de modo que se puedan observar las áreas de obra y el estado/funcionamiento de las obras públicas y tecnológicas en lugares que son difíciles de inspeccionar y permitiendo, al mismo tiempo, una eficaz gestión del personal encargado en las carreteras y operaciones de conservación adecuadas.

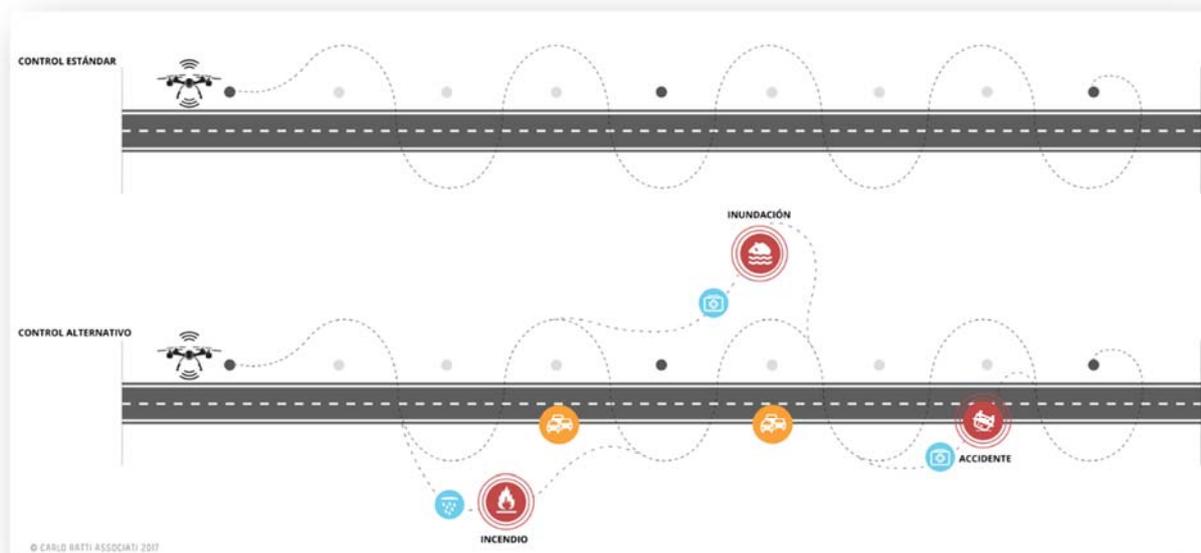


Figura 46 - Esquema del control mediante Drones

El sistema proporciona informaciones útiles para la localización de vehículos específicos como casos de transportes excepcionales o de mercancías peligrosas, para poder controlar el vehículo en el tramo correspondiente.

Los drones constituyen una importante ayuda para las videocámaras de vigilancia porque pueden detectar también los comportamientos ilícitos de los usuarios como actos vandálicos y hurtos.

En un futuro próximo, **cuando las normas lo permitan**, las zonas dedicadas a la recarga eléctrica de los drones se podrán utilizar también para los dispositivos que distribuyen mercancías de tamaño pequeño.

Las áreas de aterrizaje y de recarga para drones son “inteligentes”, es decir que funcionan de manera automática y a través de una comunicación de corto alcance indican su estado (libre/ocupado) a los drones que se encuentran en sus cercanías y su posición gracias al GPS. La estación es también un almacén para el dron.

La mayoría de los drones evolucionados tienen un sistema automático de aterrizaje capaz de enganchar la plataforma de aterrizaje gracias al GPS. Su funcionamiento es bastante simple porque un dron en vuelo puede detectar cuando la batería está a punto de descargarse y se pone en búsqueda de la estación de recarga más cerca, la cual comunica al dron su posición y estado. Conociendo las coordenadas GPS, el dron se dirige hacia la estación si esa resulta estar libre y se pone en la vertical aterrizando en la área establecida.

Después del aterrizaje, un subsistema recarga la batería a través de un brazo mecánico que utiliza diferentes criterios de recarga con conector USB, sistema *plug-in* o sistema de inducción. Una vez recargado, el dron puede ser utilizado o puesto en su contenedor para su protección.

Los drones tienen que estar conectados con el sistema RMT para las funciones de localización, videovigilancia y diagnóstico completo del dispositivo.



Figura 47 - Esquema resumido de las funciones y servicios del DRON

### 1.2.8 Identificación con TAG RFID

Para facilitar las operaciones de mantenimiento diario de las infraestructuras y de las instalaciones de la red viaria, cada aparato tecnológico e infraestructura vial a lo largo de la Smart Road tiene que contar con un TAG RFID.

El TAG es un elemento “pasivo” puesto que no es capaz de empezar una comunicación y, para responder, aprovecha la energía de la señal enviada por un aparato moderno.

Un TAG incluye al menos un código de identificación unívoco y de sólo lectura (UID, o Tid, es decir el identificador de TAG) que a menudo está limitado a pocos caracteres y una memoria adicional que, dependiendo de las elecciones, puede contener desde pocas decenas hasta varios miles de caracteres. La misma memoria se puede leer y escribir mediante un protocolo de comunicación estándar (Mensajes NDEF) a través del cual es posible guardar datos formateados (como cadenas de texto, contactos telefónicos, URL web, etc.) que pueden ser interpretados correctamente por cada lector RFID.

Aprovechando dicha funcionalidad todas las obras de infraestructura, los aparatos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, así como los equipos compuestos complejos y los locales técnicos pertenecientes a la Smart Road contarán con TAG pasivos accesibles del exterior que contienen direcciones URL web en las que está archivada toda la documentación (planos as-built de las estructuras, fichas técnicas de los componentes tecnológicos, esquemas eléctricos) y toda la información necesaria para los operadores especializados Anas.

### 1.2.9 Sistema de control permanente de fibra óptica para las infraestructuras viales

Cuando resulte necesario la Smart Road podrá contar con un sistema de control de fibra óptica para evaluar el nivel de seguridad en las principales infraestructuras viales mediante el control de tres parámetros fundamentales:

- Resistencia con respecto a las solicitaciones, entendida como diferencia o relación entre la entidad resistente y aquella solicitante, es decir entre el sistema de fuerzas capaz de provocar el derrumbamiento de la obra y las fuerzas aplicadas;
- Condiciones de ejercicio normal (funcionalidad) con respecto a las deformaciones o vibraciones excesivas;
- Durabilidad evaluada como la posibilidad de la estructura de mantener dichos parámetros constantes en el tiempo.

El objetivo de las verificaciones de seguridad de un complejo estructural o de parte de ello consiste en garantizar que la obra pueda resistir con seguridad adecuada a las acciones a las que será sometida, respetando las condiciones necesarias para su funcionalidad normal y asegurando su preservación en el tiempo.

El control permanente de la relación esfuerzo-deformación en las infraestructuras viales en funcionamiento se realizará mediante un control que consta de las siguientes etapas:

1. Medición de temperatura y niveles de deformación, inclinación y aceleración junto a solicitaciones estáticas y dinámicas de funcionamiento (por ejemplo: sismo o situaciones particulares);
2. Envío de los datos estructurales medidos a las unidades de lectura y elaboración;
3. Evaluación de la presencia de potenciales anomalías hardware en los sensores mediante análisis del dato medido o a través de señales/indicadores de anomalías enviadas directamente por el sensor al centro de control;
4. Interpretación de los datos numéricos en términos de parámetros sintéticos y gráficos que describan la relación esfuerzo-deformación de la estructura y su estado de eficiencia.

Además, los datos procedentes del control de dichos parámetros permitirán actualizar los modelos teóricos de las estructuras controladas a fin de reducir y corregir las diferencias entre la estructura misma y el modelo teórico.

El objetivo de dichos sistemas de control es de medir los parámetros considerables para la evaluación del estado de salud de las infraestructuras a fin de planear y optimizar las intervenciones de mantenimiento, detectar y tener especial precaución al surgir de condiciones estructurales anómalas. Con respecto a las estructuras de importancia estratégica es necesario extender su vida útil de proyecto, llevando a cabo intervenciones de mantenimiento específicas.

Los parámetros considerables controlados, en relación a los diferentes tipos de infraestructuras se clasifican de la siguiente manera:

- a. Control de las deformaciones de las vigas, los tableros y los pulvinos;
- b. Control dinámico de las componentes vibracionales de la estructura para conseguir información sobre los niveles de aceleración a los que se somete toda la estructura sujeta al tráfico vehicular;
- c. Control de inclinaciones y fallos (fenómenos de subsidencia) de las pilas;
- d. Control de los fenómenos de fatiga de las estructuras sometidas a sollicitaciones de amplitud debidas al tráfico vehicular;
- e. Control de integridad estructural, mediante la variación de las frecuencias naturales de la estructura.

Todos los sensores necesarios para el control de las deformaciones se basan en la tecnología de fibra óptica. Una de las tecnologías que se podrá implementar será la de rejillas de Bragg, FBG (Fiber Bragg Grating). La rejilla de Bragg (FBG) es un conjunto de reflectores formados por un pequeño filamento de fibra óptica, cada uno de los cuales refleja una particular longitud de onda del haz luminoso y transmite todos los demás haces luminosos. En definitiva el concepto de los sensores FBG se basa en la perturbación del índice de refracción de la fibra óptica en determinados puntos (sensores FBG) de la misma: dichas perturbaciones permiten reflejar una determinada longitud de onda y continuar transmitiendo las otras dentro de la fibra. El haz luminoso cruza inalterado el núcleo del filamento de fibra óptica y cualquier tipo de deformación (provocada por la variación de temperatura del entorno, presión, vibración o sollicitaciones procedentes del mundo exterior) implica un salto y un cambio en la amplitud de la longitud de onda reflejada.

Es posible utilizar tecnologías de fibra óptica con prestaciones equivalentes o superiores con respecto a la descrita anteriormente.

El sistema de control de fibra óptica de un viaducto tendrá la configuración mínima descrita a continuación:

- Uno o más sensores de deformación/temperatura de fibra óptica sobre cada una de las vigas de tablero por cada vano;
- Uno o más acelerómetros triaxiales sobre el tablero;
- Un acelerómetro/inclinómetro por cada pila.

Los elementos de los tableros controlados se agrupan en un cierto número de módulos. Cada módulo está representado por una cadena formada por un máximo de 4/5 sensores de deformación/temperatura de fibra óptica (para evitar interferencias ópticas entre las señales producidas por los sensores sobre la misma cadena). Los sensores de deformación/temperatura de fibra óptica de cada cadena están interconectados en una Red Local mediante cables monofibra con funda de tipo SMR 28 o similares.

Cada Red Local está conectada a un sistema de control ubicado en un local técnico mediante un backbone (dorsal) de fibra óptica detectado en distribuidor óptico en brújulas SC-SC. Los backbone de fibra óptica terminan con cierre en mufla en proximidad de las vigas de cada viaducto donde se encuentran las redes locales. Cada red local está cableada mediante cajas estancas, cajas de conexión y tubos protectores de hilos. Cada cadena de sensores de la red local está empalmada por fusión en mufla en ambas extremidades con una fibra de backbone.

El tramo de backbone de fibra óptica detectado en el local técnico está esquematizado en la figura siguiente:

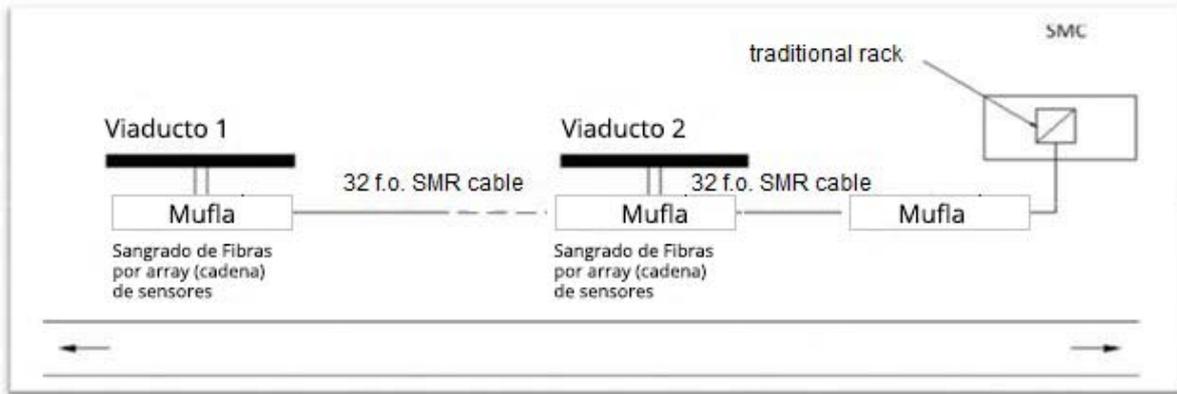


Figura 48 - Esquema general control de fibra óptica

El sistema será capaz de detectar en continuo:

- Los fenómenos vibratorios a los que están expuestos los principales elementos estructurales de la infraestructura (tableros, pilas, etc.);
- Las deformaciones térmicas en condiciones casi estáticas a las que se somete la estructura (ciclos verano/invierno y día/noche);
- Las deformaciones a largo plazo (asentamiento del terreno, envejecimiento de los elementos estructurales, etc.);

El sistema de control permitirá:

- Adaptar el diseño del sistema de control y de los aparatos empleados a la legislación vigente;
- Establecer los parámetros sintéticos de las deformaciones para averiguar el estado de salud estructural de la obra controlada;
- Elegir la frecuencia de las mediciones adecuada al fenómeno que se debe medir;
- Definir los umbrales de los parámetros estructurales a fin de activar con prontitud alarmas para detectar eventuales anomalías;
- Devolver datos en forma de tablas y gráficos permitiendo la correlación con eventuales modelos de cálculo;
- Plataforma software basada en la web que actúa como colector y ordenador con interfaz gráfica de usuario que permita a los operadores ANAS, titulares de credenciales de acceso, interactuar con los resultados del sistema de control local por internet gracias a tabletas y teléfonos inteligentes entre los más evolucionados;
- La plataforma web permite tener acceso en tiempo real a los datos aprovechando el protocolo TCP/IP;
- Será posible controlar las infraestructuras mediante la aplicación Web GIS.

Para el control de las pilas y los tableros mediante acelerómetros e inclinómetros eléctricos se adopta una arquitectura que consiste en una estación de medición local y autónoma (ubicada en los diferentes viaductos para evitar problemas relativos a la atenuación de la señal eléctrica), conectada directamente al sistema de control mediante una adecuada red de transmisión de fibra óptica.

Por lo tanto la arquitectura del sistema de los sensores cuenta con dos subsistemas:

1. La matriz de los sensores ópticos de deformación/temperatura, ubicados en los diferentes viaductos, se gestiona directamente desde el sistema de control mediante una unidad de control optoelectrónica capaz de gestionar las matrices de sensores ópticos;
2. La matriz de los sensores eléctricos acelerómetro/inclinómetro, conectados mediante cable de señal a un registrador de datos de control para la adquisición automática de datos. Las señales eléctricas procedentes de los sensores se adquieren a intervalos establecidos. Convertidores electroópticos adecuados se utilizarán para los sensores eléctricos.

Un backbone de fibra óptica específico se empleará para canalizar las señales procedentes de dichos sistemas hacia el centro de control local.

El centro de control remoto interroga periódicamente a las unidades periféricas y mediante un SW de gestión se encarga de la visualización y del almacenamiento de datos relativos a toda la cadena de sensores: sensores de deformación, acelerómetros, inclinómetros y termómetros. Además, dichas operaciones pueden llevarse a cabo a nivel local en el centro de control local.

### 1.3 Sistema de gestión y control del carril dinámico

El uso dinámico del carril de emergencia, que sirve como carril adicional, representa una solución rápida a las congestiones debidas al aumento del tráfico en la red viaria. El empleo de tecnologías avanzadas, como sistemas de detección del tráfico, videovigilancia, paneles de mensaje variable (PMV), permiten gestionar en seguridad y en particulares condiciones de tráfico el uso del carril de emergencia. Mediante el uso del carril de emergencia se pueden conseguir ventajas a corto plazo como:

- Ampliación de la capacidad de las autopistas y reducción de los fenómenos de congestión;
- Reducción, a paridad de tráfico, de la densidad vehicular, de los conflictos y eliminación de la accidentalidad;
- Disponibilidad de sistemas (PMV, cámaras etc.) para usos ya establecidos en el proyecto Smart Road;
- Reducción de los momentos de mayor tráfico.

El sistema será implementado en conformidad con la legislación vigente a este respecto. El sistema se realizará mediante la instalación de señalización vertical de emergencia, sistema de videovigilancia (CCTV) tanto por la totalidad del susodicho tramo como en proximidad de ramales de enlace con viabilidad "ordinaria", para asegurar la viabilidad del corredor de emergencia en caso de congestión en determinados momentos del día.

El software empleado tendrá que ser desarrollado sobre la base de protocolos de comunicación de uso generalizado a fin de prever una gestión centralizada de dicha instalación junto a otras de la misma tipología.

La configuración del sistema empleado en el tramo de carretera analizado incluye:

- Plataforma de gestión ubicada en un local específico previsto dentro de una cabina de alimentación eléctrica situada en la Green Island;
- PLC Master ubicado siempre en la misma cabina donde están los eventuales Slave; además el Master tiene todas las informaciones procedentes de todos los aparatos que se encuentran en el campo;
- PLC Slave ubicados por el tramo para todo tipo de usuario;
- Barras de conexión "remotadas", es decir sin CPU de gestión, ubicadas en los armarios de cada PMV.

Todos los aparatos locales del sistema estarán conectados mediante bus de campo con cable FIPIO al PLC de cabina a través de las funciones de coordinación de las mismas.

Los datos recopilados tendrán que elaborarse e introducirse en la red de fibra óptica multimodo con protocolo Ethernet, que permitirá informar a todos los controladores programables del sistema (PLC) sobre las situaciones en tiempo real. Tras haber elaborado los datos, el objetivo consiste en poder mandar, según las necesidades, los aparatos en el campo.

Al contrario, la conexión de los aparatos a las instalaciones se llevará a cabo mediante:

- Señales digitales en entrada y salida;
- Señales analógicas en entrada;
- Conexiones de campo mediante línea serial para el intercambio de informaciones y comandos.

Toda la instalación de telecontrol será gestionada por la plataforma software de gestión y control que permite coordinar todos los aparatos.

A continuación se mencionan las instalaciones para la implementación del sistema:

- Instalación de señalización vertical de emergencia;
- Instalación de videovigilancia (CCTV);

- Instalación de telecontrol (Plataforma software).

A modo de ejemplo se incluyen esquemas y señalización para la instalación de un cuarto carril dinámico para autopistas.

### 1.3.1 Instalación de señalización vertical de emergencia

Con el fin de proporcionar a los usuarios una información exhaustiva por lo que concierne la apertura al tráfico del corredor de emergencia, a lo largo de todo el carril interior y exterior se colocarán una serie de PMV de diferentes tipologías. Los paneles, con pictogramas alfanuméricos y de tipo flecha-cruz, se ubicarán en específicas estructuras de apoyo tipo bandera o caballete de acero cincado en caliente.

Para la apertura y el cierre del carril dinámico hay que prever diferentes combinaciones de las ubicaciones de los PMV resumidas a continuación:

- Ubicación PMV de tipo A;
- Ubicación PMV de tipo B;
- Ubicación PMV de tipo C;
- Ubicación PMV de tipo D;
- Ubicación PMV de tipo E.

Los PMV de tipo A (ubicaciones a lo largo de la carretera) son paneles gráficos que proporcionan indicaciones sobre el uso de los carriles disponibles y sobre los límites de velocidad como demuestra la figura a continuación:



Figura 49 - Ejemplo de Ubicaciones de tipo A

La ubicación de tipo B (ubicaciones a lo largo de la carretera) consta de paneles gráficos que brindan información sobre la seguridad de los usuarios y la variación de los carriles disponibles en el tramo experimental del carril dinámico.

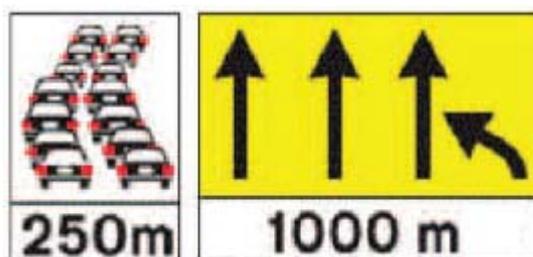


Figura 50 - Ejemplo de ubicación de tipo B

La ubicación **de tipo C** (ubicaciones a lo largo de la carretera) consta de paneles gráficos que proporcionan informaciones específicas sobre los límites de velocidad permitidos. Consisten en un panel de tecnología led full color por pictogramas, totalmente programable. El sistema incluye la posibilidad de mostrar más pictogramas de manera alternativa:



Figura 51 - Ejemplo de ubicación de tipo C

La ubicación **de tipo D** (Ubicaciones situadas en proximidad de enlaces de entrada en la autopista) consta de tres paneles de tecnología LED, de los que dos full color por pictograma y uno alfanumérico que proporcionan informaciones a los usuarios. El panel alfanumérico estará formado por 3 líneas de 20 letras cada una, y cada letra medirá 200 mm.



Figura 52 - Ejemplo de ubicación de tipo D

La ubicación **de tipo E** (ubicaciones a lo largo de la carretera) consta de paneles gráficos y alfanuméricos que brindan información al usuario. Están formados por tres paneles de tecnología led, de los que dos full color por pictograma y uno alfanumérico. Los dos paneles full color son totalmente programables y el panel alfanumérico será formado por tres líneas de 20 letras cada una, y cada letra medirá 400 mm. El sistema incluye la posibilidad de mostrar de manera alternativa más pictogramas y páginas de texto alfanumérico así como el control y la regulación de la luminosidad de manera independiente por cada elemento gráfico y alfanumérico:



Figura 53 - Ejemplo de ubicación de tipo E

Cada ubicación PMV contará con un aparato de alimentación y control formado por un armario IP54 con dimensiones mínimas de 900x1700x600 mm, con una base apropiada, dentro de la cual están el panel de mando, el módem y todos los aparatos de potencia para alimentar y pilotar los paneles conectados. El panel de mando controlará los paneles mediante línea serial y llevará a cabo su diagnóstico. El aparato estará provisto de todo tipo de conexión a los paneles, cableados, accesorios de fijación, programación del sistema a través de un específico software de gestión y conexión al centro de control y todas las demás herramientas para que la instalación funcione correctamente.

### 1.3.2 Instalación de videovigilancia (CCTV)

Controlar el tráfico vehicular en el tramo de carretera interesado por la intervención es fundamental para garantizar la seguridad de los usuarios que circulan diariamente por ello. Además, la instalación de un sistema de cámaras es útil para evaluar las condiciones de tráfico h24 y en los momentos de mayor tráfico (como las horas punta).

### 1.3.3 Plataforma software de gestión y control in situ y remoto

El tramo de carretera interesado contará con una específica instalación de telecontrol automatizada y centralizada para controlar tanto el normal funcionamiento de las instalaciones como su gestión local. Además, dicha instalación tendrá que recoger los avisos sobre el estado del sistema, las mediciones procedentes del campo, transmitir telemandos, señalar eventuales anomalías registrándolas en un registro histórico, y por último otorgar ayuda en las operaciones de mantenimiento.

De esta manera se cumplirá con la necesidad de garantizar la máxima seguridad para el usuario y tener la posibilidad de conocer en vivo los parámetros relativos a las instalaciones de gestión, a la seguridad y las condiciones medioambientales del tramo de carretera en cuestión. Por lo tanto dicha instalación será diseñada con el fin de garantizar - mediante circuitos de lógica programable (PLC) para el control de máquinas/instalaciones de tamaño medio estructuradas en diferentes niveles jerárquicos de operatividad - la inmediata intervención de mantenimiento en caso de fallos o alarmas. Además proporcionará información a los automovilistas en tránsito por lo que concierne las condiciones medioambientales y, por lo tanto, será posible prevenir situaciones de alarma y peligro. El sistema de gestión del tramo en cuestión debe permitir, in situ y de forma remota, el mando y el control de todas las instalaciones y el autodiagnóstico de los mismos. Hay que crear el sistema de control de manera que se mantengan las funciones vitales de las unidades básicas de las instalaciones para que la interrupción del mismo sistema no perjudique de alguna manera la intervención de base de los sistemas de seguridad.

El sistema de control y gestión de dicho tramo debe ser capaz de:

- Gestionar el funcionamiento del sistema de mensaje variable poniendo en marcha el procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico descrito de manera más detallada a continuación;
- Gestionar el funcionamiento del sistema de videovigilancia (CCTV).

El sistema de gestión del tramo de carretera prevé la redundancia del hardware de gestión del que, al menos una parte, tiene que estar en condiciones de poner en marcha procedimientos mínimos de emergencia. El programa de gestión, en caso de ruptura de un componente o falta de activación de un procedimiento, tiene que ser capaz de recurrir a una condición nota de emergencia. Cuando el sistema está sometido a operaciones de actualización y reconfiguración, el programa tiene que permitir su gestión de manera segura. Las situaciones de alarma se deben gestionar mediante específicos algoritmos de manera diferenciada, estableciendo por cada uno de ellos una prioridad, de manera que la instalación se pueda guiar en función de la gravedad a ellos asociada y no en función de la secuencia de reconocimiento de las mismas alarmas. De todas formas, las alarmas tendrán que ser memorizadas para que se pongan en marcha de manera correcta las secuencias de restablecimiento. El sistema tendrá que incluir la posibilidad de realizar un cambio manual de los mandos para implementar todas las operaciones de "reajuste" (siempre en seguridad) por un operador autorizado in situ o en remoto. La puesta en funcionamiento del sistema de supervisión y control tendrá que ponerse en marcha simultáneamente a la activación de todas las instalaciones tecnológicas a disposición del tramo de carretera. Los materiales y los paquetes de software deben cumplir con las normas europeas e internacionales, con especial referencia a la Norma IEC 1131 (CEI: Comisión Electrotécnica Internacional), concerniente la estandarización de los Controladores Lógicos Programables. La comunicación tiene lugar mediante protocolos estándar industriales de conformidad con la norma CEI (Comité Electrotécnico Italiano) EN 60870-5- "Protocolos de transmisión".

A continuación se describe el procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico:

- **Etapa 1** – Una patrulla de la Policía de Tránsito o un equipo de vigilancia ANAS verifica las condiciones generales del tráfico para la apertura del carril dinámico. En esta etapa, todos los paneles de tipo A ofrecen la señalización siguiente:



Figura 54 - Etapa 1: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico

- **Etapa 2** – Se pone en marcha una etapa de armonización de las velocidades así como un preaviso de apertura del carril dinámico. En esta etapa todos los paneles indican el límite de velocidad permitido (ej. 90 km/h):



Figura 55 - Etapa 2: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico

- **Etapa 3** – El operador evalúa y confirma que el flujo vehicular sea en aumento y procede a la apertura del carril dinámico. En esta etapa los paneles tienen la siguiente configuración:



Figura 56 - Etapa 3: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico

- **Etapa 4** – En esta etapa es posible poner en marcha el cierre del carril dinámico



Figura 57 - Etapa 4: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico

- **Etapa 5** – Cuando el flujo vehicular vuelve a ser fluido, dividido en tres carriles y en disminución, los paneles de tipo A vuelven a tener la siguiente configuración:



Figura 58 - Etapa 5: procedimiento de apertura y cierre del carril dinámico

En las partes del GRA (Anillo periférico de Roma) no interesadas por el carril dinámico, el límite de velocidad es diferente (ej. 130km/h) con respecto a las velocidades de los tramos del GRA interesados por el carril dinámico (ej. 110 km/h).

## 1.4 Smart Tunnel

### 1.4.1 Descripción del sistema

El valor añadido para la seguridad de las infraestructuras está determinado por el tipo de tecnologías instaladas, por los sensores y por un sistema de gestión eficiente, por lo que concierne tanto el funcionamiento diario como las situaciones de emergencia.

El sistema Smart Tunnel permite:

- Desarrollar e implementar soluciones que mejoren los aspectos de gestión y de seguridad de los túneles;
- Desarrollar sistemas de gestión que permitan prevenir y controlar las situaciones de peligro en los túneles;
- Controlar constantemente y a distancia las condiciones operativas de un túnel específico;
- Optimizar el mantenimiento de las instalaciones en los túneles;
- Tener un sistema predictivo de los eventos de peligro.

El gran número de sensores ya instalados y el desarrollo constante del Internet de las cosas permiten implementar un sistema de control distribuido gracias al empleo de:

- Sensores inalámbricos sostenibles redundantes distribuidos a lo largo del túnel;
- Sensores de tráfico: velocidad media, flujo, congestión;
- Sensores ambientales: condición meteorológica, velocidad del aire, presión, contaminación, iluminación ;
- Sensores para la detección de incendios: humo, temperatura, mercancías peligrosas.

El IoT, Internet de las cosas, permite instalar un gran número de sensores desplegados caracterizados por las siguientes ventajas:

- Bajo coste
- Tamaño reducido
- Alta integrabilidad con los materiales y el entorno
- Facilidad de instalación
- Empleo de redes inalámbricas para la transmisión de datos de larga distancia gracias a los protocolos de comunicación usados
- Posibilidad de intervención rápida para enfrentar anomalías, fallos y situaciones críticas

El Smart Tunnel permite la gestión dinámica de las emergencias puesto que se activa de manera preventiva, es decir antes que ocurra el evento crítico, y pone en marcha un control adaptivo justo después para gestionar las situaciones más arriesgadas.



Figura 59 - Representación del análisis de riesgo dinámico

#### 1.4.2 Plataforma software de gestión y control

El sistema Smart Tunnel se basa en una plataforma software que comunica con el sistema de supervisión y control del túnel. La Plataforma calcula el nivel de seguridad del túnel en una escala normalizada de 1 a 10 tras haber analizado una serie de parámetros.

Los datos de entrada en la plataforma se dividen en dos grandes categorías:

1. Eventos peligrosos como:
  - Accidente genérico;
  - Incendio;
  - Accidente con mercancía peligrosa.
2. Variables de cálculo como:
  - Flujo de tráfico;
  - Eficiencia de los sistemas;
  - Velocidad de proyecto;
  - Porcentaje de vehículos pesados;
  - Características geométricas del túnel;
  - Congestión;
  - Variación de las condiciones meteorológicas (viento, lluvia, niebla);
  - Variación de la eficiencia de las instalaciones;
  - Variación del promedio de velocidad de circulación;
  - Distancia de seguridad media (antes del túnel);
  - Luminancia exterior;
  - Temperatura y humedad del aire al exterior y dentro del túnel;
  - Concentración de los productos de la combustión-visibilidad.

La plataforma software procesa dichos datos de entrada según el esquema indicado a continuación y, por cada túnel, se define un valor de riesgo variable en una escala de 1 a 10 que se refiere al estado actual de la infraestructura.



Figura 60 - Representación de un potencial modelo para Smart Tunnel

ara calcular el valor de riesgo podrá emplearse el modelo de riesgo a continuación:

$$R = P(n) k f^3 VP(M + I + D) \varepsilon_p \varepsilon_{pr} N \sigma_V^2 \frac{V}{3600 V_P}$$

- $P(n)$**  función de probabilidad de evento crítico
- $k$**  es una constante dimensional
- $f$**  es el flujo de tráfico
- $VP$**  es el porcentaje de vehículos pesados
- $M$**  es el factor función de las condiciones meteorológicas
- $I$**  es el factor de iluminación que se debe definir en función de las horas del año
- $D$**  es el factor de mantenimiento que se debe definir en función de las condiciones de deterioro de las instalaciones
- $V$**  es la velocidad media de los vehículos
- $V_P$**  es la velocidad de proyecto
- $\varepsilon_p$**  función de eficacia de los sistemas de protección
- $\varepsilon_{pr}$**  función de eficacia de los sistemas de prevención
- $N$**  entidad del evento expresada en potenciales víctimas en función de la tipología de evento
- $\sigma_V$**  desviación estándar con respecto a la velocidad media de los vehículos

La plataforma software, una vez conocida la distribución del tráfico, debe calcular el riesgo instantáneo en menos de 60 segundos de forma continua, así como el riesgo acumulado durante un día o un año.

Cuando el comportamiento del túnel en cuestión difiere de aquello virtual e ideal, el índice de riesgo aumenta y el nivel de seguridad disminuye.

Cuando el nivel de riesgo supera el umbral tolerable (principio ALARP), la plataforma Software tiene que enviar una alerta a la unidad competente siguiendo la escala a continuación:

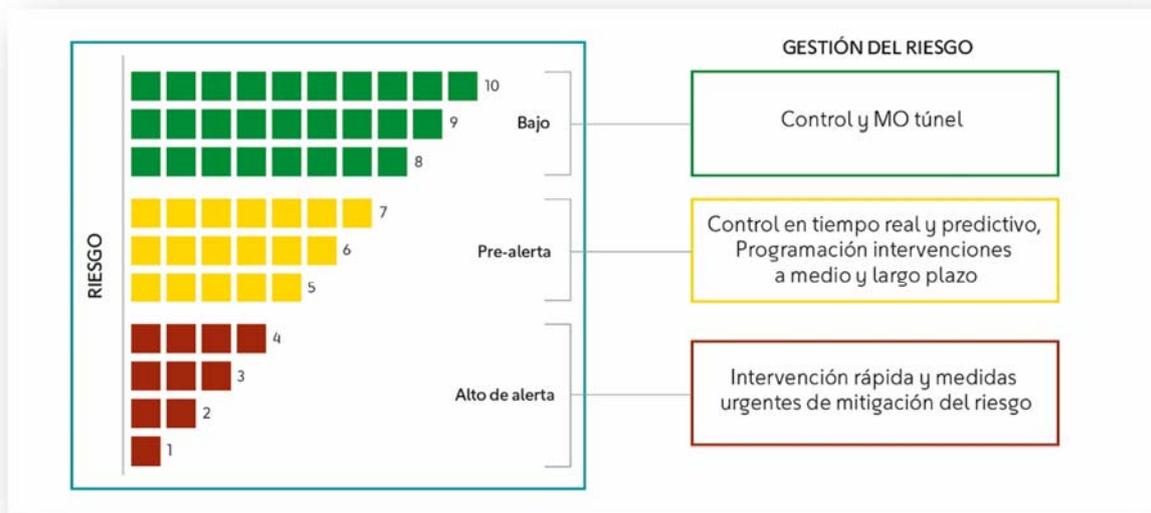


Figura 61 - Ejemplo de gestión del riesgo

Hay que instalar la plataforma software en un servidor dedicado y tiene que comunicar con el Centro de Control Local (CCL) del tramo de la Smart Road al que pertenece el túnel con el Sistema Road Management Tool (RMT). Hay que registrar con una frecuencia inferior a 60 segundos de forma continua los datos del valor de riesgo calculados por la plataforma, para luego guardarlos en un almacenamiento específico, archivados y disponibles por al menos diez años.

## 1.5 SISTEMA ENERGÍA: Rendimiento y técnicas específicas

### 1.5.1 Arquitectura general

La arquitectura del sistema energía cuenta con puntos de generación de energía eléctrica procedente de recursos renovables, conectividad a la red del distribuidor nacional, sistema de transformación, sistema de distribución de energía eléctrica y un generador eléctrico para la alimentación en condiciones de emergencia, como indica el esquema a continuación:



Figura 62 - Representación de una Green Island



Figura 63 - Vista de una Green Island

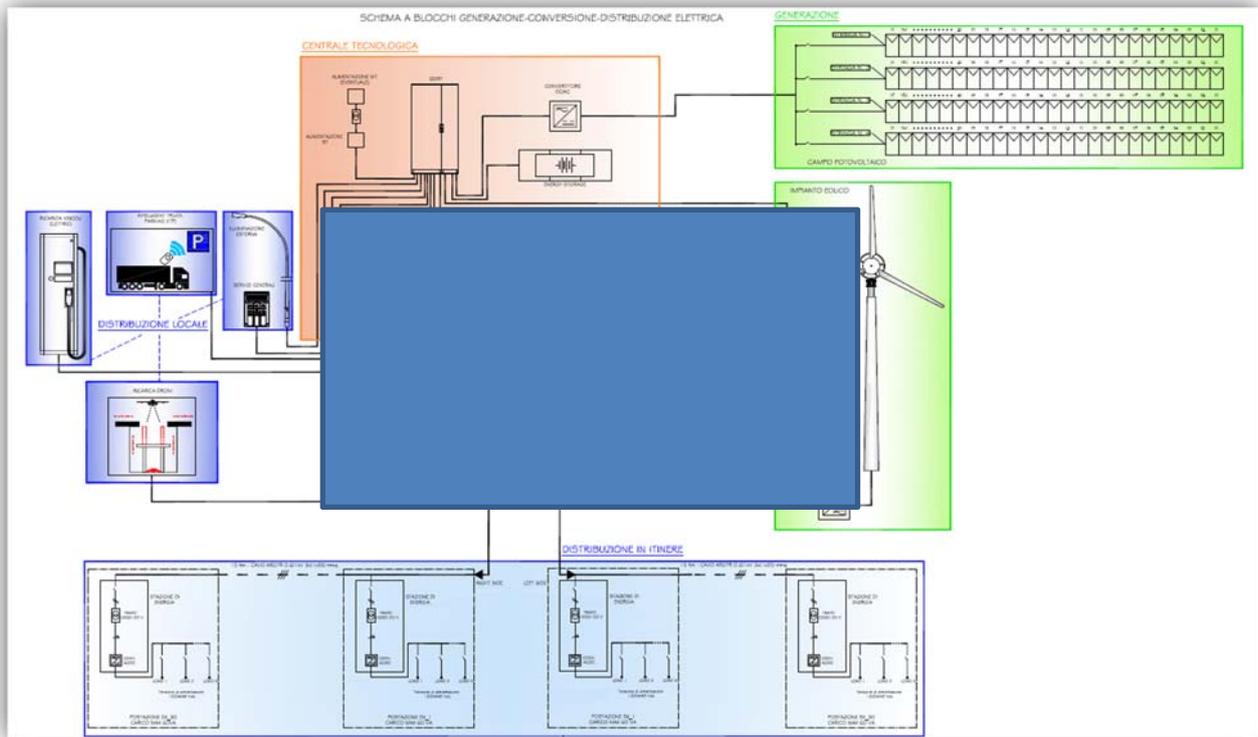


Figura 64 - Diseño del sistema energía

El aspecto clave es la llamada “Green Island”, área multifuncional para:

- Generar energía de recursos renovables;
- Almacenar energía producida;
- Conectar a la red eléctrica MT o BT del distribuidor nacional;
- Contener los mandos y los controles eléctricos;
- Contener las inteligencias distribuidas de la Smart Road;
- Contener las columnas para la recarga eléctrica;
- Colocar las zonas de recarga y de aterrizaje/despegue de los drones.

El cuadrado verde, en el esquema de la Figura 64, representa la generación realizada principalmente con una instalación fotovoltaica y eventualmente con mini-eólico. Está incluido un sistema de almacenamiento a fin de garantizar una alimentación continua durante las horas de falta de producción o de mayor demanda de energía. La central tecnológica, representada en la parte naranja de la Figura 64, alberga los aparatos de transformación, conversión, regulación o clasificación de energía eléctrica.

En cambio, las partes azules representan la distribución de energía eléctrica, dividida en distribución local para las cargas dentro de la Green Island y distribución en ejecución para las cargas distribuidas a lo largo del tramo de carretera o autopista del módulo considerado.

La distribución local de energía eléctrica, fundamental para la alimentación de las cargas dentro de la Green Island, tiene lugar mediante líneas trifásicas con neutro, a una tensión de 400 Vac.

Al contrario, a lo largo de la carretera, la arquitectura eléctrica consiste en un sistema de distribución adecuado para alimentar todas las tecnologías de la Smart Road, como por ejemplo las llamadas “posiciones polifuncionales”.

La tensión de salida del panel eléctrico de baja tensión trifásico con neutro de 400 Vac, ubicado en la Green Island, se convierte en 1000 Vac trifásico, sin neutro, mediante un transformador elevador, para alimentar tramos de carreteras muy largos y garantizar menores costes de gestión. De hecho, la distribución de energía a las posiciones polifuncionales tiene lugar mediante dos backbone trifásicos sin neutro de 1000 Vac, de 15 km, que alimentan las cargas distribuidas a la derecha y a la izquierda con respecto a la posición de la "Green Island", por un tramo total de carretera o autopista de 30 km. En proximidad de cada posición polifuncional hay una estación de energía que convierte la tensión de entrada de 1000 Vac en tensión continua de 12/24/48 Vdc.

La potencia máxima instalada en cada posición polifuncional es de aproximadamente 60 W.

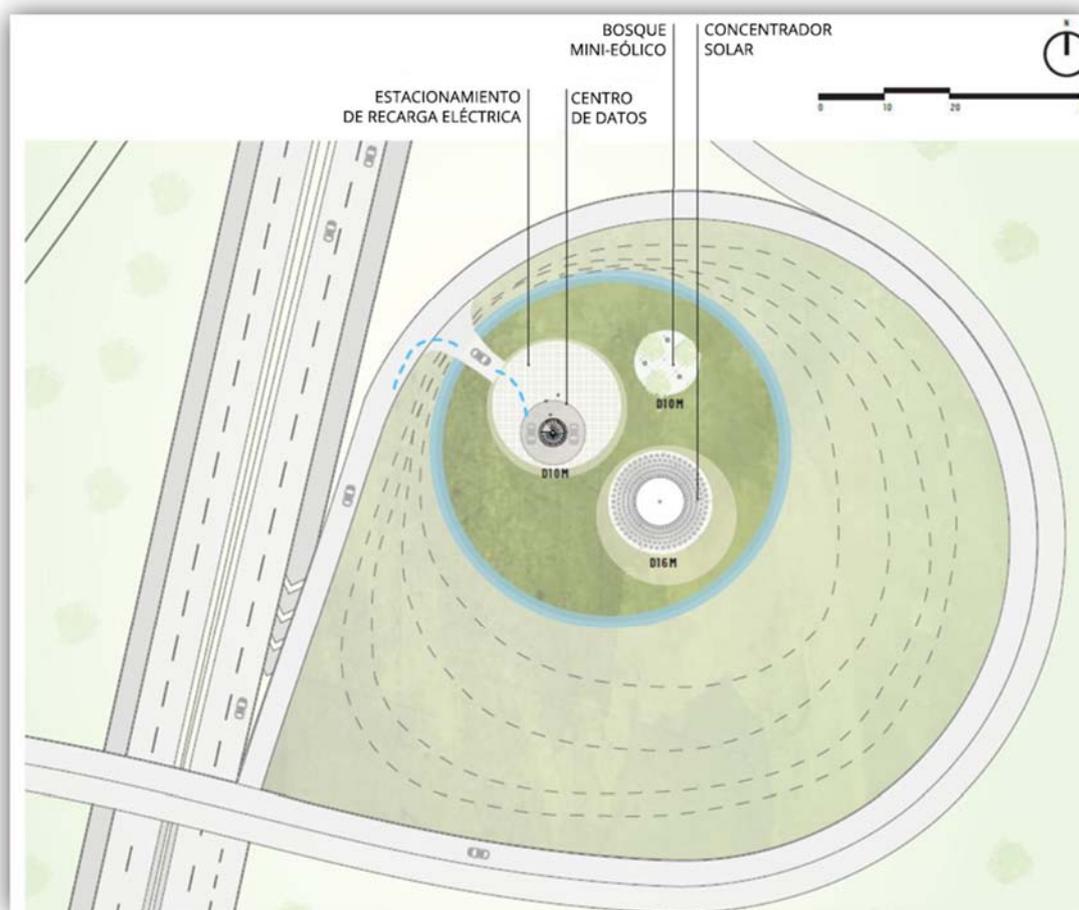


Figura 65 - Esquema representativo de una Green Island

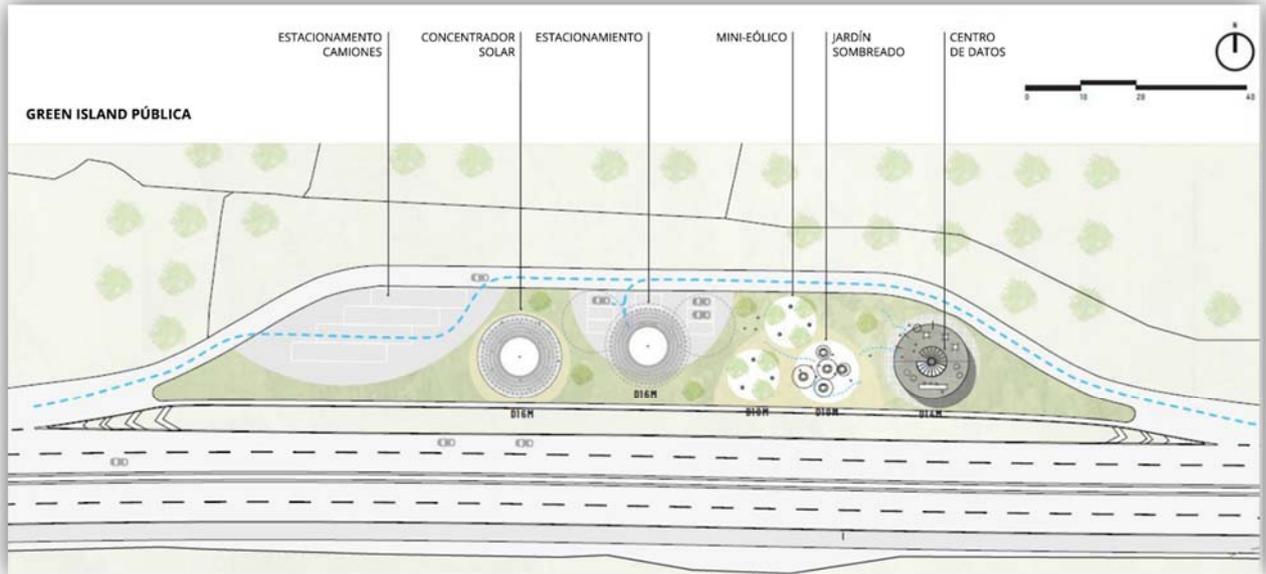


Figura 66 - Esquema representativo de una Green Island Pública

El sistema energía descrito anteriormente se refiere a un “módulo” que comprende la Green Island y los dos backbone de 15 km que alimentan las posiciones polifuncionales. Dicha “modularidad” confiere a la Green Island el aspecto de “micro redes”, redes de baja tensión con fuentes distribuidas, presencia de aparatos de acumulación y control de carga. Las Green Island siempre operan conectadas a la red eléctrica, aunque tienen el objetivo de optimizar las condiciones operativas de los recursos de producción/acumulación de energía. En caso de falta de electricidad por parte de la red, está previsto un generador eléctrico para la alimentación eléctrica de emergencia, que garantiza una autonomía de al menos 24h.

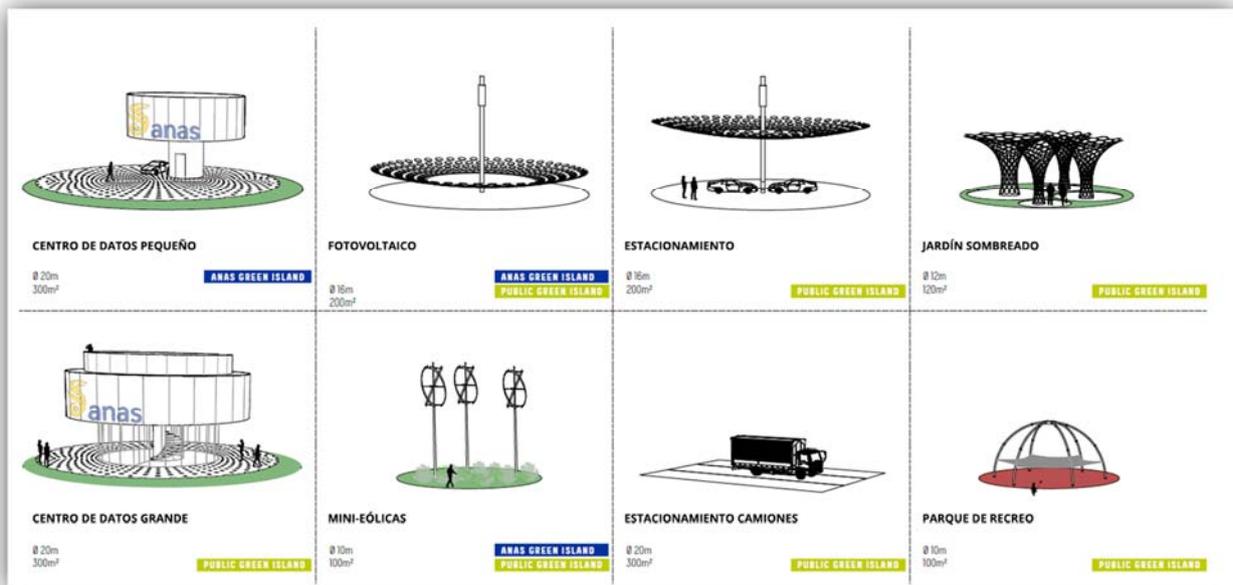


Figura 67 - Representación módulos de green island

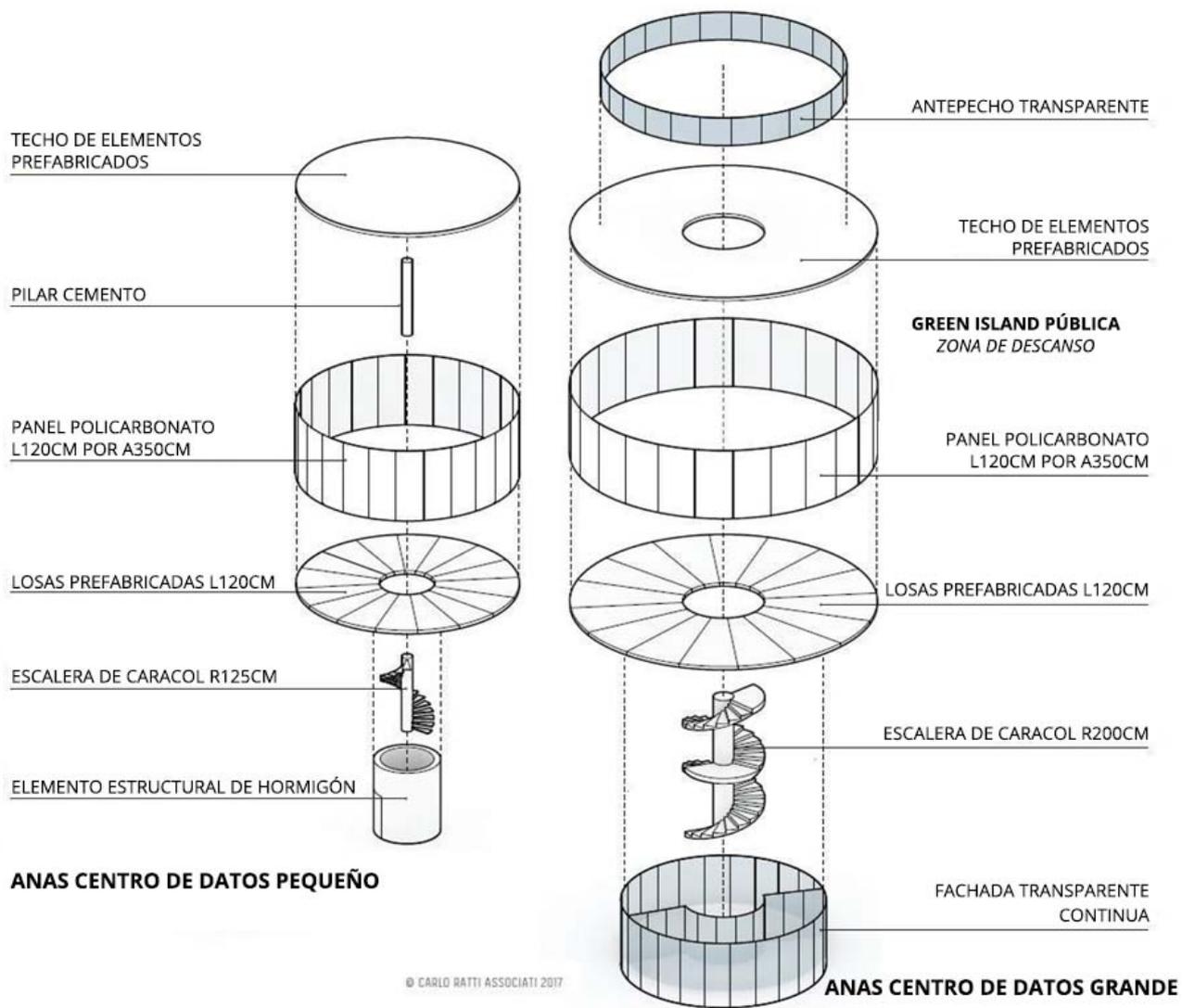
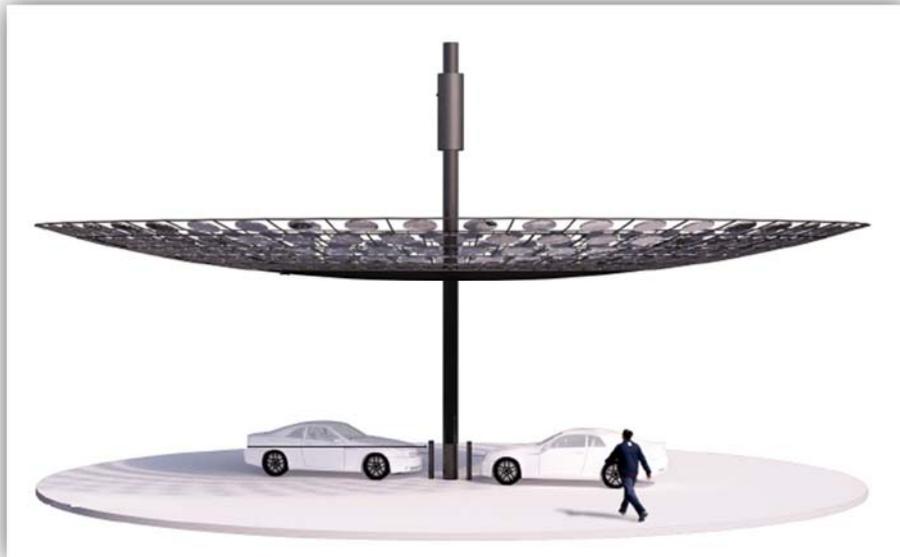


Figura 68 - Esquema de Entidad-Relación modular del centro de datos en las Green Island

### 1.5.2 Generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica en cada Green Island se lleva a cabo mediante instalaciones de recursos renovables, fotovoltaico y minieólico, que facilitan un gran ahorro garantizado por el autoconsumo de la energía producida, que reduce la necesidad de abastecerse de la red eléctrica.



*Figura 69 - Ejemplo de generación de energía renovable en la Green Island*



*Figura 70 - Ejemplo de generación de energía renovable en la Green Island*

Para la instalación de las plantas de recursos renovables, establecidas en cada Green Island, se tendrán que identificar los procesos de autorización y los procedimientos de evaluación medioambiental, a efectos del Decreto Legislativo 152/2006 y enmiendas posteriores, así como de las medidas puestas en marcha por las diferentes regiones.

Las evaluaciones de tipo paisajístico y medioambiental, se presentarán a lo largo del proyecto ejecutivo, además de las actividades objeto del control de prevención de incendios.

### 1.5.2.1 Instalaciones de recursos renovables: fotovoltaico y minieólico

#### Instalación fotovoltaica

La instalación fotovoltaica en la Green Island se formará con estructuras dedicadas, en tierra o sobre las marquesinas, y tendrá una potencia que se calculará en función de la demanda energética de la Green Island, además de las características dimensionales de las superficies útiles, de las limitaciones estructurales y de la posible existencia de obstáculos en las inmediaciones.

La instalación, conectada tanto a la red como a un sistema de almacenamiento, tendrá que contemplar:

- La maximización del rendimiento de la instalación y de su producibilidad: elección de la mejor inclinación de los módulos y de su emplazamiento con respecto al sur;
- La facilitación del mantenimiento por medio de la distribución y de la mejor disposición posible de los módulos;
- El uso de criterios relativos al baricentro para repartir las líneas y emplazar los cuadros de distribuciones;
- El alto grado de selectividad de las protecciones;
- La minimización de las fuentes de sombreado.

Los componentes de la instalación fotovoltaica serán:

- Módulos fotovoltaicos y estructuras de sustentación relacionadas;
- Convertidor estático CD/CA;
- Sistema de medición y control;
- Cables para la conexión;
- Instalación eléctrica y cuadros.

El módulo fotovoltaico podrá estar compuesto por silicio monocristalino, constituido por vidrio templado antirreflectante con un espesor mínimo de 3 mm con un bajo contenido de hierro para optimizar la absorción de la luz solar, por un marco de aluminio anodizado que proporciona solidez y robustez, resistente a cargas y cambios climáticos. El panel deberá tener una alta capacidad de conversión, es decir, una alta relación potencia/energía en igualdad de superficie absorbente y tener una eficiencia mínima de un 16%, una clase de potencia, en condiciones de radiación de 800 W/m<sup>2</sup>, de por lo menos 200 Wp.

En el caso en que la instalación fotovoltaica se coloque sobre una marquesina, la estructura tendrá que contar con una parte única de madera (abeto, pino, alerce, etc.) laminada estructural (del tipo GL24h). La estructura principal de la marquesina (pilares, vigas y pendientes) está compuesta por puntales de sección prismática, adecuadamente fijados por medio de un soporte de hierro en el suelo, apto para sustentar:

- la urdimbre de listones de madera laminada tratada de la dimensión apropiada;
- el entablado rebajado del tipo cepillado de un lado puesto en listones de pendiente;
- los módulos fotovoltaicos;
- los elementos de finalización (capas protectoras de yeso y canalones de cobre recocido, etc.).

Las dimensiones del cobertizo variarán según la potencia instalada. La distancia entre los pilares será de alrededor 5,00 m. El cimiento incluirá un bordillo de hormigón armado de la dimensión apropiada fabricado in situ.

En el caso de instalación fotovoltaica con concentrador la estructura podrá ser como representada a continuación:

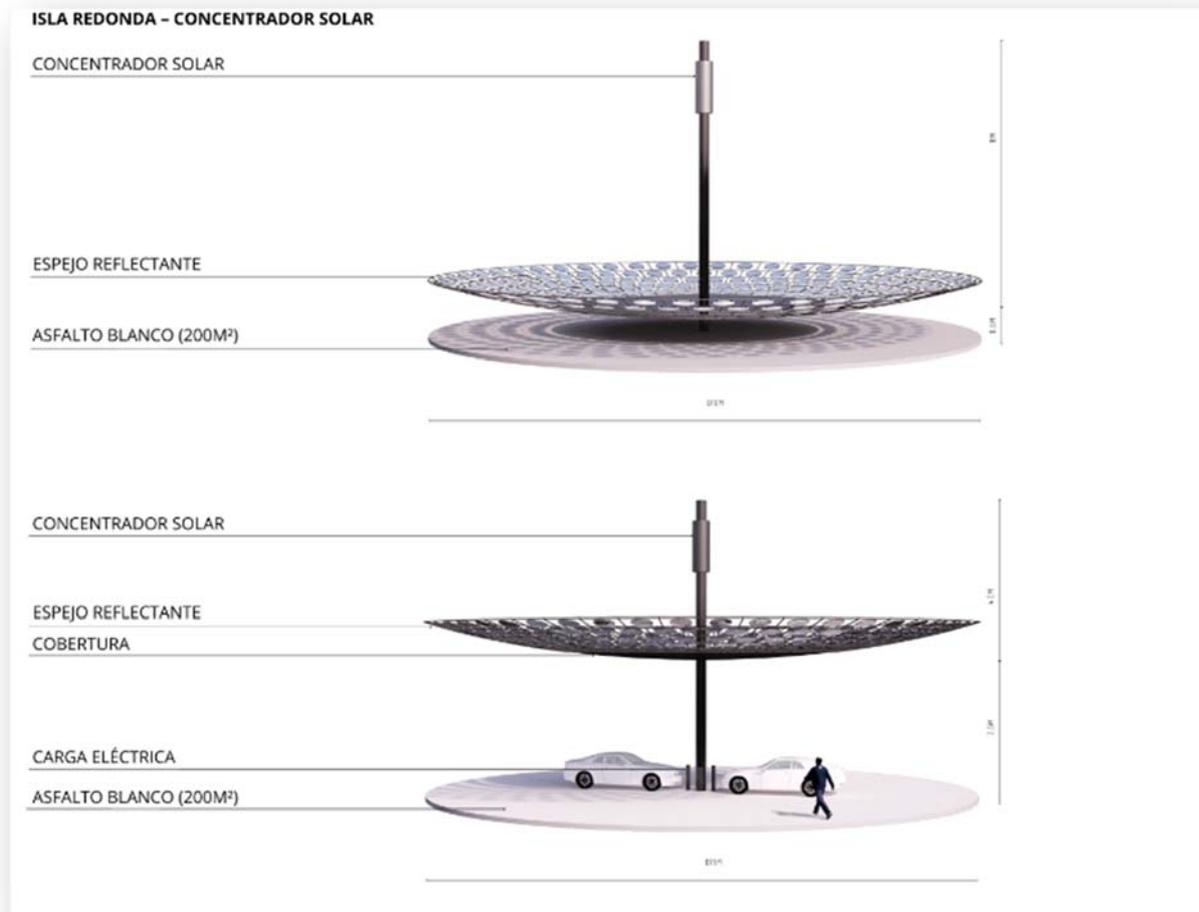


Figura 71 - Concentrador solar

El inversor, constituido por un convertidor estático CD/CA debe ser apto para el traslado de la potencia de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica a la red eléctrica, con arreglo a los requisitos normativos técnicos y de seguridad. El margen de funcionamiento del inversor debe tener en cuenta los valores nominales de tensión y frecuencia, en particular: los valores de la tensión y de la corriente en entrada al convertidor CD/CA tendrán que ser compatibles con aquellos de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica correspondiente, mientras que los valores de la tensión y de la frecuencia en salida tendrán que ser compatibles con aquellos de la red con la que se conecta la instalación.

Dentro de los cuadros, que contienen los inversores, se lleva a cabo la primera protección reglamentada por la CEI 11-20. Todo inversor está protegido de sobretensiones y cortocircuitos mediante un dispositivo de protección de la dimensión adecuada. El mismo inversor está equipado con grupos de mediciones aptos a proporcionar informaciones sobre la tensión y la potencia producida. El cuadro de conexión a la red funciona como interfaz con la red eléctrica. Este cuadro lleva a cabo la segunda protección reglamentada por la CEI 11-20.

La interfaz entre la instalación fotovoltaica y la red está constituida por un conjunto de protecciones puestas entre el inversor y la red, con el fin de proteger la calidad del servicio eléctrico y de evitar peligros para las personas y daños a los aparatos.

Además, se dispondrá un sistema para el diagnóstico y el monitoreo de los datos, para el control remoto, con sistema IP integrado y conexión modbus, a través de la interfaz RS485. El sistema de control y monitoreo de la energía tiene que determinar la producción de energía de la instalación fotovoltaica y de la energía eléctrica producida y medida a la salida de los inversores. El sistema utiliza un registrador de datos capaz de adquirir los datos ofrecidos por el inversor.

El mismo dispositivo está conectado incluso al sensor de radiación, para registrar la radiación solar que alcanza la superficie de los módulos, y para adquirir la temperatura para la calibración. El sensor de radiación se instalará cerca del sistema solar fotovoltaico y un dispositivo que se asegura de adquirir los datos y enviarlos al centro de control remoto lo gestionará todo. El sistema de control y monitoreo debe permitir, gracias a un ordenador y a un programa personalizado, consultar en cualquier momento la instalación con el fin de comprobar la funcionalidad de los inversores y de los módulos instalados.

Todos los aparatos de conversión, protección, maniobra y control como los inversores, cuadros de red en corriente alterna, cuadro de interfaz, sistema de monitoreo con sensores de radiación y temperatura para la recopilación de datos con sistema IP integrado y conexión RS485, deberán posicionarse dentro de un compartimento técnico dedicado.

La instalación fotovoltaica se cableará en el mismo lugar donde se va a instalar y conectar mediante partes de cables recortados a las dimensiones adecuadas y provistos de terminales aptos para el encabezamiento de la caja de conexiones de terminación de cada módulo. El tendido de cables que van de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica al dispositivo de control se efectuará en una tubería de pvc de la dimensión adecuada. Los criterios para elegir el cable son los siguientes:

- Que no propague la combustión
- Bajas emisiones de gases tóxicos

El cable para el tendido libre tiene que elegirse según las características que siguen:

- Tensión de régimen por lo menos hasta los 450/570V;
- Resistencia a los rayos UV;
- Alta resistencia a los agentes atmosféricos y humedad;
- Intervalo de temperatura de régimen elevada;
- Que no propague la combustión.

La elección de las partes de la instalación para la conexión eléctrica está determinada por la peculiaridad de las estructuras de sustentación que se utilizarán.

Con el objetivo de evitar fenómenos conectados al impacto indirecto del rayo, cada sistema de producción debe estar equipado con protectores de sobretensión SPD de dimensiones adecuadas. De hecho, los rayos representan una elevada componente de riesgo que debe tenerse en cuenta tanto por los efectos directos del impacto del rayo en el panel fotovoltaico, como por las sobretensiones producidas hacia la instalación. Los requisitos exigidos de los SPD para realizar este sistema de protección contra los rayos y las sobretensiones en el marco del concepto de protección en zonas según CEI EN 62305-4 se establecen en la norma IEC 60364 5-534.

Deberá incluirse una red de tierra de protección, capaz de garantizar un funcionamiento correcto de los protectores de sobretensiones inducidas.

### *Instalación minieólica*

Como alternativa y/o integración a la instalación fotovoltaica, en las Green Island se podrá establecer también una instalación minieólica. Con respecto a la radiación solar, el viento es un recurso mucho más irregular y difícil de predecir, sobre todo a nivel local. Tanto lo minieólico como lo fotovoltaico tendrá que instalarse con el objetivo de favorecer el autoconsumo de la energía producida.

Por consiguiente, se tiene que averiguar la viabilidad de la instalación para asegurar que cumpla el papel establecido a lo largo de su funcionamiento.

La estructura ideal para el sistema de aerogeneración debería incluir:

- estructura de sustentación (cimiento, torre y poste);
- estructura de confinamiento (marco rígido);
- rotor (generación, regulación, aplicación y freno);
- cuadro de control;
- dispositivos de control y regulación de la potencia.

El sistema se equipará con un cuadro eléctrico dedicado de las dimensiones adecuadas, dentro del cual se instalarán los dispositivos de conversión, protección, maniobra y control.

Los generadores minieólicos, que pueden ser de eje horizontal o vertical, deben ser capaces de sacar el máximo provecho de los vientos con una intensidad medio-alta (20Km/h) y deben tener un umbral mínimo de arranque de alrededor 4-5 m/s.

Los generadores tienen que llevar hojas ilustrativas con explicaciones relativas a: potencia nominal (W), diámetro del rotor, emisiones sonoras, velocidad del rotor y material para la construcción, número y altura de las palas, posición del eje de rotación, peso total, velocidad del viento para que la carga empiece (cut-in), tipo de alternador, energía eléctrica producida en un mes a una velocidad promedio del viento de 5.4 m/s, la potencia máxima que corresponda a una velocidad del viento de 12.5 m/s también en la versión a 230Vca.

Si el viento alcanza velocidades peligrosas, el mecanismo para limitar oportunamente la velocidad de rotación de las palas debe intervenir automáticamente. El regulador de carga tiene que estar separado del cuerpo del generador que debe estar equipado con rectificadores individuales de las 3 fases; todo esto tiene que equiparse con disipadores por el exceso de corriente, con indicadores luminosos LED de la regulación de potencia e interruptor freno rotor y stop.

El sistema de control tendrá que estar equipado con PLC dedicado e interfaz de comunicación para diagnóstico remoto, sistema IP integrado o conexión RS485. Todos los materiales y los componentes parte del aparato no deben tener impacto radioactivo o químico.

Las turbinas minieólicas deberán completarse por dispositivos, llamados BOS - "Balance of System" que, si la instalación está conectada a la red, comprenden:

- Controlador de la turbina;
- Convertidor estático;
- Transformador de aislamiento;
- Dispositivos de seguridad (del generador, de la interfaz y general);
- Contador de energía.

Se indica el esquema unifilar de la instalación minieólica conectada a la red con generador de tipo asíncrono:

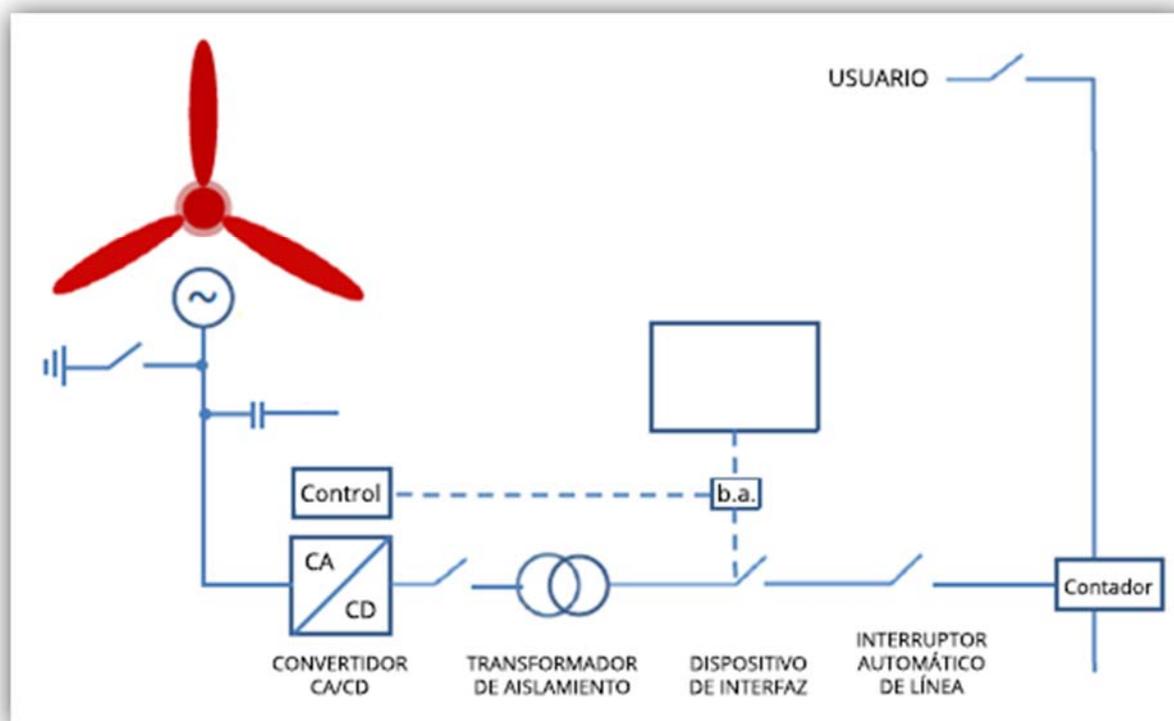


Figura 72 - Esquema unifilar de una instalación minieólica conectada a la red

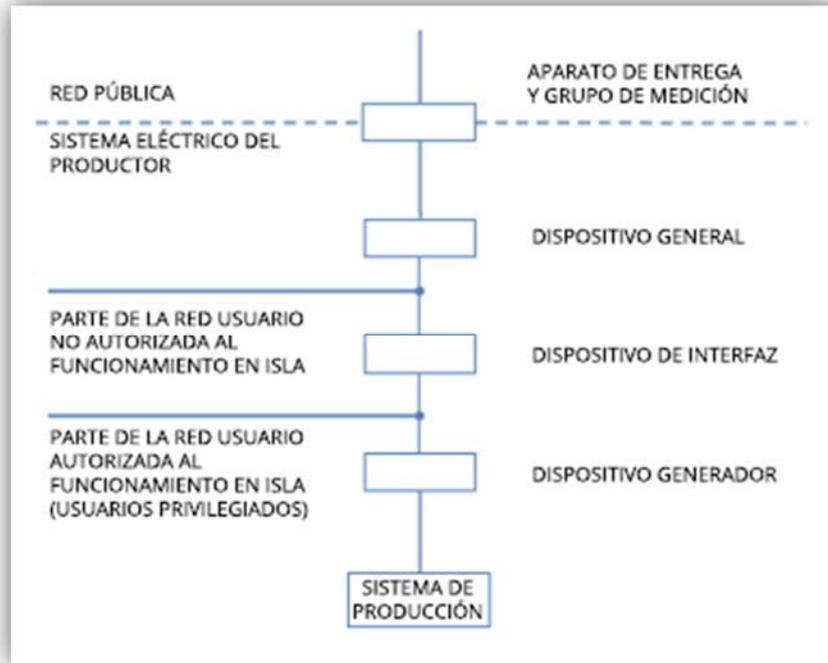
El convertidor y los sistemas de control relacionados son dispositivos electrónicos que controlan el generador y que convierten la corriente de manera adecuada a las características de la red. Los dispositivos de seguridad y de conexión son dispositivos que garantizan la calidad y la seguridad de la energía reintegrada en red.

### 1.5.2.2 Conexión a la red de las instalaciones de producción renovables

El esquema de conexión a la red nacional de las instalaciones de producción de energía de recursos renovables, fotovoltaico y minieólico, se define física y eléctricamente de manera unívoca, según el esquema convencional que figura en la CEI 82-25 y debe comprender los dispositivos siguientes:

Figura 73 - Esquema de conexión de la instalación de producción a la red de Distribución

- El dispositivo general (DG) es un dispositivo de seguridad que intercede en caso de avería



de la instalación o de los usuarios. Está constituido por un interruptor magnetotérmico que funciona como seccionador en todas las fases y en el neutro. Tiene que instalarse inmediatamente después del punto de entrega de la energía eléctrica y su colocación debe cumplir con los requisitos acerca del seccionamiento de la Norma CEI 64-8.

- El dispositivo de interfaz (DDI) divide la instalación de producción de la red o de la red de los usuarios y se constituye por un interruptor accionado por una protección de interfaz. El DDI debe ser a "seguridad intrínseca", equipado con bobina de apertura en ausencia de tensión. Dicha bobina, alimentada en serie a los contactos de muelle de las protecciones, debe causar la apertura del dispositivo, tanto en caso de intervención correcta como de avería interna a las protecciones, y también en caso de falta de alimentación auxiliar. Su colocación debe cumplir con los requisitos acerca del seccionamiento de la Norma CEI 64-8.
- El dispositivo de generador (DDG) es un dispositivo de seguridad que debe instalarse después de los terminales de cada grupo generador, con el fin de excluir solo un grupo en condiciones de abierto. El DDG debe cumplir con los requisitos acerca del seccionamiento de la Norma CEI 64-8.

La arquitectura del sistema eléctrico de generación de recursos renovables, cuyo esquema unifilar se indica en la Imagen 73, implica la conexión a la red de distribución BT mediante un cuadro general de BT representado de color azul. Cada instalación de generación está equipada con un dispositivo de interfaz presente en el cuadro relacionado representado de color naranja. Por último, de verde se representa el cuadro que contiene el dispositivo del generador, que excluye las distintas instalaciones en condiciones de abierto.

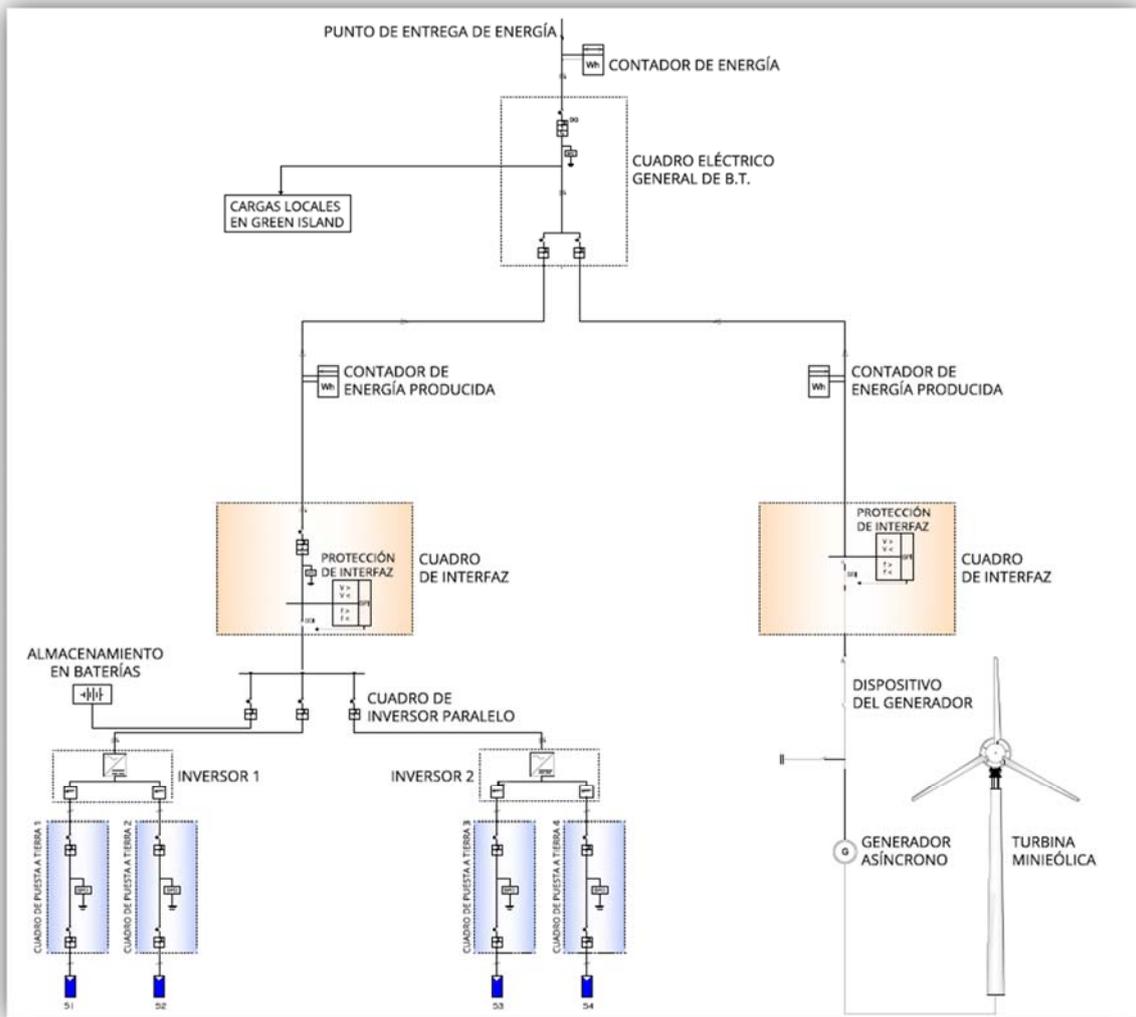


Figura 74 - Esquema unifilar conexión instalaciones de generación a la red

### 1.5.3 Central tecnológica

La central tecnológica es un compartimento técnico que alberga los aparatos específicos para la transformación de la tensión, proporcionada por la red eléctrica, regulación y almacenamiento de la energía eléctrica procedente de la instalación de generación renovable.

#### 1.5.3.1 Conexión a la red

Las Green Island están siempre conectadas a la red eléctrica nacional. Dependiendo de su ubicación a lo largo del tramo vial/de autopista, la conexión de las Green Island a la red puede desarrollarse mediante:

- Punto de suministro en BT;
- Estación MT/BT.

#### 1.5.3.2 Aparatos de estación

##### Cuadros eléctricos

Entre los diferentes aparatos de estación están los cuadros eléctricos, que tendrán que cumplir con las normas en vigor y tendrán que observar las características siguientes:

- Utilizo de materiales aislantes con un alto nivel de auto extinción y segregación metálica total entre los diferentes compartimentos, para impedir la propagación de incendios;
- Puesta a tierra franca de toda la estructura del cuadro y de los componentes extraíbles a lo largo del seccionamiento o activación;
- Protecciones mínimo IP30 después del traslado de los interruptores extraíbles o divisibles;
- Aislamiento en aire de todas las partes en tensión;
- Bloqueo mecánico y electromecánico con arreglo al esquema de proyecto de los diferentes contratos de aplicación;
- Accesibilidad a los aparatos y a los circuitos sin peligro de contactos con los componentes conductores;
- Selección cuidadosa de los materiales aislantes utilizados según características de bajas emisiones de humos.

Los cuadros se constituirán de compartimentos flanqueados y totalmente cerrados y empernados entre ellos. La modularidad de los compartimentos y de los diferentes componentes tendrá que permitir posibles ampliaciones futuras en los dos lados. Los diferentes compartimentos tendrán que separarse totalmente entre ellos y se compartimentarán ellos mismos en celdas elementales separadas metálicamente unas de otras como está indicado en los productos de proyecto de los diferentes contratos de aplicación.

Cada compartimento tendrá que ser una unidad independiente, constituida por una estructura autoportante de chapas de acero, con espesor de entre 20-30/10 mm, compuesta por elementos normalizados, dotados de perforaciones modulares, juntados mediante puntos eléctricos y tornillos particulares que aseguran su solidez y continuidad eléctrica. A esta estructura tendrán que aplicarse cierres de chapa laterales y posteriores, aperturas delanteras, muros de compartimentación y separación, mástiles metálicos para los diferentes aparatos. El espesor mínimo de la chapa de acero para estos elementos debe ser de al menos 20/10 de mm, comprobado antes de los tratamientos preventivos. Los compartimentos tendrán que dividirse en las áreas siguientes:

- Área delantera dedicada a las celdas de los aparatos de potencia, a los instrumentos de medición y/o protecciones y a los servicios auxiliares; esta área está dividida por celdas

individuales, cerradas metálicamente en todos lados con dimensiones modulares según los aparatos a colocar;

- Primera área posterior, que contiene barra de derivación y conectores de barra de los interruptores de gran potencia;
- Segunda área posterior, dedicada a las conexiones de potencia de los interruptores que se suelen realizar con cable;

El área delantera en la que se coloca la sección de los aparatos de conformación modular tendrá que equiparse con doble frontón con tablero de cristal transparente laminado.

### **Analizador de los consumos**

Dentro de una central tecnológica se establecerá un cuadro para analizar los consumos eléctricos, capaz de medir directa e indirectamente, a través de transformadores de medición, las corrientes y tensiones de una fase, la frecuencia, el desfase entre las fases y el factor de potencia del sistema trifásico. La electrónica interior calcula los demás parámetros eléctricos obtenidos, como potencias y energías.

### **Interruptores**

Los interruptores generales de transformador tienen que ser del tipo en forma de caja o del tipo abierto según la potencia nominal del transformador. El poder de corte tendrá que ser apropiado al valor de potencia máxima atendida en la distribución en baja tensión. Los interruptores de usuario de los circuitos exteriores podrán ser del tipo en forma de caja y/o modulares en ejecución fija. Los interruptores que alimentan los circuitos de estación tendrán que ser del tipo modular en ejecución fija.

Dichos interruptores deberán coordinarse convenientemente entre ellos, de manera que garanticen la selectividad, la protección de los circuitos y calibrarse conforme a lo previsto por los esquemas de proyecto de los diferentes contratos de aplicación. El poder de corte de los interruptores automáticos deberá ser por lo menos igual a la corriente de cortocircuito trifásico calculada en las barras del cuadro de BT. En algunos casos, el poder de corte del interruptor automático podrá ser inferior a la corriente de cortocircuito ya mencionada, si arriba existe un dispositivo:

- que tenga un poder de corte que corresponda a la corriente de cortocircuito anteriormente determinado;
- que limite la energía específica que transporta a un valor inferior a lo aceptable por el interruptor automático y por los conductores protegidos.

### **Barras principales y derivaciones**

Las barras principales y las derivaciones tendrán que ser en plato electrolítico de cobre desnudo (ETP UNI 5649-71) a cantos redondeados, de las dimensiones adecuadas y aisladas para resistir a los cambios térmicos y electrodinámicos debidos a las corrientes de cortocircuito. El aislamiento tendrá que realizarse en aire; las barras de soporte tendrán que realizarse mediante elementos componibles imprimidos de material aislante que permita la auto extinción con una alta resistencia mecánica y que no deje marcas.

La manera de separación tendrá que ser la indicada por los productos de proyecto de los diferentes contratos de aplicación. Para la refrigeración del área barras se tienen que establecer troneras en el panel frontal y en la parte inferior del panel posterior de cierre. Tendrán que establecerse troneras en el techo dedicadas a la salida del aire caliente.

### Circuitos auxiliares y cableados

Los aparatos auxiliares deberán disponerse en celdas separadas metálicamente de las celdas interruptores. Siempre debe ser posible acceder a los aparatos auxiliares con el cuadro de tensión. El cableado interior tendrá que realizarse con cables del tipo flexible que no propaguen incendios (CEI 20-22), con sección no inferior a 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos auxiliares y 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de potencia. Todas las conexiones tendrán que establecerse mediante terminales a compresión, y cada conductor tendrá que numerarse con indicadores idóneos.

Los conductores tendrán que posicionarse en conductos dedicados de material plástico y en vanos específicos al interno de los compartimentos. Todos los conductores tendrán que estar anexados a cajas de conexión componibles numeradas. Tarjetas idóneas, pantografadas, deberán indicar en cada cuadro, todo aparato y secuencia de maniobra relacionada. Todas las indicaciones de estado y los mandos de cada aparato tendrán que figurar en la caja de conexión para ser utilizados para el telemando y telecontrol desde el Centro Operativo.

Una barra colectora en cobre, con una sección nominal de 200 mm<sup>2</sup>, tendrá que recorrer longitudinalmente el cuadro entero; a esta barra se tendrán que conectar todos los componentes principales. Todos los elementos de carpintería tendrán que conectarse de manera franca entre ellos por medio de tornillos particulares aptos a garantizar un buen contacto electrónico entre las partes. Las puertas tendrán que conectarse de manera equipotencial a la estructura por medio de trenza de cobre con una sección de 16 mm<sup>2</sup>. El ciclo de barnizado para los cuadros de baja tensión tendrá que parecerse totalmente a lo implementado para los cuadros de media tensión. Serie de accesorios que se deben facilitar:

- Consola de soporte palancas varias y manijas;
- Grilletes de elevación;
- Pintura para retocar puntos dañados;
- Esquemas y diseños de proyectos de los diferentes contratos aplicativos;
- Instrucciones para la instalación, el ejercicio y el mantenimiento del cuadro;
- Matrícula de identificación aparatos;
- Esquema unifilar proporcionado a la carpintería;
- Carteles para la prevención contra los accidentes conforme al DFL 81/08 y al DL 626 italianos;
- Ensayos de tipo;
- Manual de mantenimiento ordinario y extraordinario.

### Almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía deberá permitir almacenar la energía producida por las instalaciones de recursos renovables y tendrá que dimensionarse de manera adecuada para el autoconsumo de la Green Island.

El conjunto de baterías deberá constituirse por elementos conectados en brazos en serie o en paralelo y tendrán que cumplir con los requisitos con respecto a las normas:

- IEC 61427;
- DIN 40736 y DIN 40742;
- DIN 43539T5;
- DIN 40740;
- IEC 60896 parte 11-21-22.

Las características principales de los sistemas de acumulación tendrán que ser:

- Funcionamiento continuo para garantizar una capacidad constante de acumular o suministrar energía eléctrica en grandes y pequeñas cantidades;
- Suministro de corriente suficientemente grande;
- Larga duración de vida en el funcionamiento cíclico;
- Escaso mantenimiento en ejercicio.

Con el fin de evitar el fenómeno de la sobrecarga, el conjunto de baterías tiene que estar equipado con un regulador de carga (unidad de control) electrónico tipo serie/paralelo, cuya función es la de parar el proceso de carga si se ocasionan tensiones de celda demasiado altas. Por otro lado, para evitar el exceso de descarga del conjunto de baterías, junto con el riesgo de sulfatación de los diferentes elementos (en el caso en que no se verifique una recarga sucesiva), el regulador tendrá que interrumpir la recogida de corriente, en el caso en que la tensión del elemento descienda por debajo de un determinado nivel. Además, el regulador de carga debe tener en cuenta los cambios de temperatura para evitar por un lado efectos de menor capacidad (temperaturas bajas), por el otro, efectos de mayor auto descarga debidos a la aceleración de las reacciones químicas (temperaturas altas).

Las placas tubulares positivas y las placas de reticulado negativas del conjunto de baterías, tienen que aislarse unas de otras mediante separadores microporosos, o tienen que crearse de aleaciones ricas en estaño y pobres en calcio; eso confiere al conjunto de baterías una buena resistencia a los ciclos de carga/descarga, baja auto descarga, bajo mantenimiento y larga duración de vida. El conjunto de baterías debe contar con otra envoltura de fibra de vidrio, cuya función es la de envolver el electrodo positivo y evitar fenómenos de cortocircuitos interiores. El rendimiento del conjunto de baterías tiene que equivaler por lo menos a 0,83 y su duración tiene que corresponder por lo menos a 10 años. Se necesita controlar periódicamente el electrolito para mantener y preservar el conjunto de baterías a lo largo del tiempo.

#### **Alimentación de emergencia: grupo electrógeno**

En caso de falta de electricidad por red es decir por indisponibilidad de la fuente de energía renovable o de almacenamiento agotado, hay un grupo electrógeno para la alimentación eléctrica de emergencia, que debe garantizar una autonomía a plena carga de por lo menos 24 horas. El grupo electrógeno tiene que instalarse en lugares construidos según disposiciones específicas para la prevención de incendios, con ventilación natural directa hacia el exterior, o directamente al exterior protegido por un capó específico. El grupo electrógeno tiene que posicionarse encima de un cimiento de hormigón. El grupo electrógeno tendrá las características generales siguientes:

- factor de potencia 0,8;
- frecuencia 50Hz;
- tensión 400/231 V Trifásico;
- régimen del motor 1.500 revoluciones/min.

El grupo electrógeno tendrá que entregarse con una batería de plomo y ácido para trabajos pesados con 12VDC/155Ah de potencia facilitada para el arranque eléctrico y circuito 12VDC. La batería está instalada encima de una plataforma metálica colocada en el contorno interno del cimiento. Los terminales de la batería están conectados al motor por medio de cables flexibles.

Este deberá ser trifásico, automático, autoexcitado, síncrono, sin escobillas, 4 polos.

Habrá que establecer una unidad de control que arranque automáticamente el Grupo Electrógeno, cuando se respetan todas las condiciones, cierre el Grupo Electrógeno, y pare el motor por señal exterior o por la presión de la seta de emergencia.

### Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra de estación eléctrica habrá que realizarse con un conector de circuitos de tierra constituido por un anillo plano en cobre o acero galvanizado de 30x4 mm. El anillo tendrá que estar conectado con la malla soldada - que se encuentra en las cimentaciones - por lo menos en correspondencia de las esquinas de cada compartimento. Habrá que conectar al colector todas las partes metálicas y los aparatos de estación. En particular:

- puertas y ventanas metálicas;
- carpinterías de los cuadros eléctricos;
- carcasas de los transformadores;
- centros de estrellas del / de los transformador/es;
- carriles de los transformadores;
- pasarelas y conductos metálicos (si necesario).

Las conexiones a tierra de piezas móviles tendrán que realizarse con trenza de cobre con sección mínima igual a 50 mm<sup>2</sup>. Luego, el colector se conectará al descargador exterior mediante por lo menos dos conductores de tierra con sección específica. El dispersor se constituirá posiblemente por un anillo a lo largo del perímetro de la estación, realizado en cuerda de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> (sección mínima) o de otro material equivalente. El dispersor se integrará con elementos verticales (varillas a tierra) y se conectará a las varillas de refuerzo de los cimientos.

### **1.5.3.3 Sistema antirrobo y monitoreo cables**

Los usuarios subordinados de las estaciones de alimentación se conectan con cables de aluminio; tienen que colocarse, cuando sea posible, en un lugar protegido y/o en canalizaciones de acero inoxidable. Aunque se respeten las disposiciones para la colocación y los pasajes de cables planeados, es preciso tener especial cuidado para la verificación de los mismos cables, es decir "presencia del cable" y "deterioro del cable".

Ambos factores son importantes y fundamentales para garantizar la seguridad del tramo vial, dado que se necesita saber con antelación si el sistema de alimentación eléctrica está disponible. Por esta razón tendrá que instalarse por cada usuario "sensible" un sistema que asegure de manera constante el monitoreo de la conexión entre los usuarios establecidos en la Smart Road.

Las finalidades son monitorear los sistemas y comunicar posibles averías de las instalaciones, en las siguientes maneras:

- Presencia del cable: se controla de manera constante el estado del cable y por lo tanto su presencia en la instalación, tanto durante el normal funcionamiento como durante la inactividad del usuario.
- Estos controles son disposiciones debidas a los robos cada vez más frecuentes de cables que se producen en las instalaciones. El dispositivo habrá de ser capaz de averiguar en tiempo real un posible robo del cable para intervenir rápidamente. Para facilitar una mejor indicación a la sala de control y a las autoridades, el sistema tendrá que garantizar su capacidad de identificar en un radio máximo de 250 metros el punto de corte del mismo cable, enviando los datos al centro de control.
- Deterioro del cable: el sistema tendrá que establecerse para poder averiguar que el estado de funcionamiento del cable es correcto y eficaz para garantizar la seguridad del servicio. Un deterioro de las características de aislamiento o un problema en el cable, pueden causar mal servicios también graves en el sistema de distribución de la energía. El dispositivo habrá de ser capaz de establecer los valores de deterioro del cable y, gracias a un algoritmo específico, planear una intervención preventiva para la reparación y/o sustitución del cable dañado.

El funcionamiento del sistema tendrá que permitir también un mantenimiento preventivo de las instalaciones, que en términos de tiempo y de gastos sea mucho más ventajoso. Los objetivos del sistema desarrollado, parte opcional incluida, tendrán que ser los siguientes:

- averiguar que el cableado en la instalación esté presente y no se robó por merodeadores;
- ejecutar periódicamente, de manera automática, la medición de la resistencia de aislamiento de los cables a tierra; esta función permite obtener una fotografía del estado de los cables, facilitando la intervención con antelación con respecto a un posible deterioro que causaría fuera de servicios o mal funcionamientos de la instalación;
- medir los parámetros eléctricos de los usuarios, para poder crear un mapa de los consumos y planificar acciones específicas y/o funcionalidades específicas para mejorar la eficiencia energética;
- el envío de señales de alerta al centro de control local según una configuración programable.

Generar alertas técnicas:

- falta de alimentación del cuadro;
- intervención de los interruptores magnetotérmicos;
- intervención de los interruptores diferenciales;
- remoto: rearme de elementos de activación/desconexión circuitos.

El dispositivo habrá que utilizarse en envase aislado con nivel de protección IP 54, apto para el montaje al interior de los cuadros eléctricos. Tendrá que instalarse también una pantalla funcional para obtener parámetros eléctricos y una serie de led necesarios para averiguar el estado de la comunicación con estándares abiertos hacia el centro de control local.

Por lo que concierne la protección de robos de los aparatos situados en las áreas exteriores se pondrán en marcha medidas disuasorias y de protección como:

- sistema de videovigilancia para monitorear la explanada Green Island;
- sistema anti efracción de los pozos en la explanada e *in itinere* mediante el llenado de los mismos con una capa de arena y hormigón, previa inyección de morteros de cemento dentro de los conductos;
- sistema anti intrusión para controlar los accesos de estación y centrales tecnológicas;

Además, cada estación eléctrica se equipará con sistema anti intrusión dedicado que se instalará a su interior y que comprende los aparatos siguientes:

- central para sistemas anti intrusión de 8 entradas expandible a 16 entradas con combinador telefónico integrado y equipado para funcionamiento GSM;
- interfaz telefónica con módulo GSM/GPRS para central anti intrusión gestionable a distancia;
- contactos magnéticos de aluminio de alta tolerancia montados a la vista;
- detectores volumétricos de exterior con dos canales MV y dos canales PIR con cuádruple tecnología y alcance de hasta 15m;
- cable con alarma blindado del tipo 2x0,50 + 4x0,22.

Este sistema se integrará con la instalación en los locales de cabinas de doble puertas metálicas (cm 120 x 215) con cierre HB.

Las funciones de videovigilancia, los señales procedentes de los sensores y las alarmas generadas por el sistema anti intrusión tendrán que conectarse con interfaz con el sistema RMT del CCR.

#### 1.5.4 Distribución de energía eléctrica *in itinere*

Para la alimentación de las cargas distribuidas *in itinere* como las estaciones multifuncionales, la energía eléctrica trifásica en salida del cuadro general de baja tensión a 400 Vac, se transforma a 1000 Vac mediante un transformador elevador, con objeto de maximizar el rendimiento energético y garantizar menores gastos de gestión. El sistema de distribución a 1000 Vac será del tipo IT y permitirá:

- no interrumpir automáticamente la alimentación cuando se verifique una primera avería;
- interrumpir automáticamente la alimentación cuando se verifique una segunda avería, con la primera no cubierta, aplicando las mismas disposiciones a los sistemas TT, dado que los sistemas de tierra de cada estación de energía son independientes.

Por esta razón, después del transformador 400/1000 Vac habrá que colocarse una protección de 3 polos sin neutro.

##### Transformador 400V/1000V

El transformador elevador de tensión, instalado después del cuadro general de baja tensión, tiene que ser capaz de recibir en entrada una tensión de 400 Vac y aumentarla a 1000 Vac para distribuirla hacia los usuarios ubicados en carretera. El transformador habrá que realizarse según la Normativa pertinente EN 61558-2-4, y tendrá que ubicarse en una caja de contención específica.

Se establece la instalación de dos transformadores elevadores del mismo tamaño uno de los cuales como reserva.

La distribución de la energía hacia las estaciones multifuncionales se efectúa por medio de dos backbone a 1000 Vac, de alrededor 15 km, que alimentan las cargas distribuidas hacia la derecha y la izquierda con respecto a la posición de la "Green Island". La tensión de alimentación se transforma de 1000 Vac en tensión continua a 12/24/48 Vdc mediante una estación de energía. La potencia máxima instalada en cada estación multifuncional es igual a 60 W.

##### Estación de energía

La estación de energía tiene que posicionarse en correspondencia de las estaciones multifuncionales *in itinere* y debe tener la capacidad de obtener una tensión en entrada directamente de la *backbone* a 1000 Vac y, a través de un rectificador interior, convertirla a 12/24/48 Vdc, con el fin de alimentar en corriente continua los dispositivos instalados en cada estación multifuncional, como:

- Punto de acceso para sistema Wi-Fi *in motion* 2.4/5GHz;
- Road Side Unit para sistema Wi-Fi V2I;
- CCTV Inteligente;
- Estación meteorológica

A través del conjunto de baterías, puestas en modo de mantenimiento respecto a los usuarios, se garantiza la continuidad de la tensión de alimentación, solventando de manera instantánea posibles apagones y/o averías de funcionamiento. Sus características son:

- Tensión 12 V
- Capacidad mínima 5 Ah
- Autonomía mínima 30'

El monitoreo de la estación de energía tiene que practicarse con un programa remoto o de manera local utilizando los puertos de comunicación RS232 y/o RS485 o Ethernet con los cuales se tiene que equipar la estación.

Un panel sinóptico muestra, en una pantalla en la que se pueden seleccionar con un teclado, todos los parámetros de la estación de energía y de los diferentes módulos alimentadores que la componen. Dicha unidad incluye un control a microprocesador cuya tarea es gestionar la pantalla, los parámetros eléctricos, las alertas, la interfaz serial RS232 y/o RS485 y de la LAN. En caso de descarga excesiva de la batería el control la desconecta para evitar que se dañe. El microprocesador gestiona también las alertas cuando se presenten, visualizándolas en la pantalla, enviando mensajes de alerta a través de la interfaz RS232 y/o RS485 o LAN y, al mismo tiempo, cerrando el contacto correspondiente de alerta.

### 1.5.5 Distribución de la energía eléctrica en la Green Island.

Del cuadro general de bajo voltaje de la central tecnológica, la energía eléctrica trifásica a 400 vac viene distribuida para suministro de cargadores locales de Green Island, entre los cuales :

- Sistemas en los sitios tecnológicos
- Iluminación de plataformas externas
- Recarga de vehículos eléctricos
- Recarga de drones
- Estacionamiento inteligente de camiones (Intelligent truck parking)

#### 1.5.5.1 Estaciones de recarga de vehículos eléctricos.

Dentro de la Green Island se instalan cargadores de tipo “recarga lenta” con corriente alterna y “recarga rápida” con corriente continua, que se utilizarán para la recarga de vehículos eléctricos de Anas. Cada cargador esta dotado de al menos dos enchufes para la recarga y por lo tanto, por cada uno de ellos se predispondrán dos estacionamientos reservados a dichos vehículos: será posible efectuar la recarga simultánea de dos vehículos. El suministro de las estaciones de recarga se verificará ya sea a través de un módulo fotovoltaico como de una red eléctrica.



Figura 75 - Distribuidor local de energía para la recarga de vehículos eléctricos

El suministro eléctrico será de tipo monofásico y trifásico, con una potencia máxima de salida de hasta 22KW para la recarga lenta y de hasta 50 KW para la recarga rápida, aunque también parcialmente hasta el 60% de la potencia. El cargador tendrá:

- Enchufe tipo 2 con shutter (IPXXD) para la protección en caso de contacto accidental por parte en tensión) y sistema de retención mecánica del cable durante la recarga;
- Dispositivo de rearmado automático y test periódico automático integrado para garantizar la continuidad del servicio también en caso de desconexión repentina y para la verificación periódica automática del correcto funcionamiento del dispositivo diferencial, para la seguridad de las personas y cosas:

- Display LCD gráfico con interfaz usuario y con lector RFID card para la habilitación/deshabilitación usuario:
- Contador de energía MID para la contabilización de la energía proporcionada:
- Protocolo OCPP a través la utilización de servicio web (SOA) y con interfaz de comunicación RS485 integrada.
- Posibilidad de controlar a través de la red (local y remota) productos para el monitoreo del sistema.

### 1.5.5.2 Estaciones de recarga de drones

En cualquier Green Island habrá zonas de recarga y estaciones para los drones, los cuales permitirán monitorear el tráfico de las calles en puntos estratégicos para la viabilidad y permitirán la planificación y gestión eficaz del flujo del tráfico a lo largo de las arterias viarias.

La zona interna de la Green Island dedicada a los drones consiste en un sistema de cajas de alojamiento del dron y de los dispositivos necesarios de comando a distancia, que puedan proporcionar también el suministro de energía eléctrica del mismo (como está ilustrado en siguiente figura).

La plataforma de aterrizaje es cuadrada y es capaz de dar lugar a los modelos de drones más grandes existentes en el mercado, teniendo aproximadamente 2 metros de largo, para el aterrizaje seguro de los mismos y para su recarga.

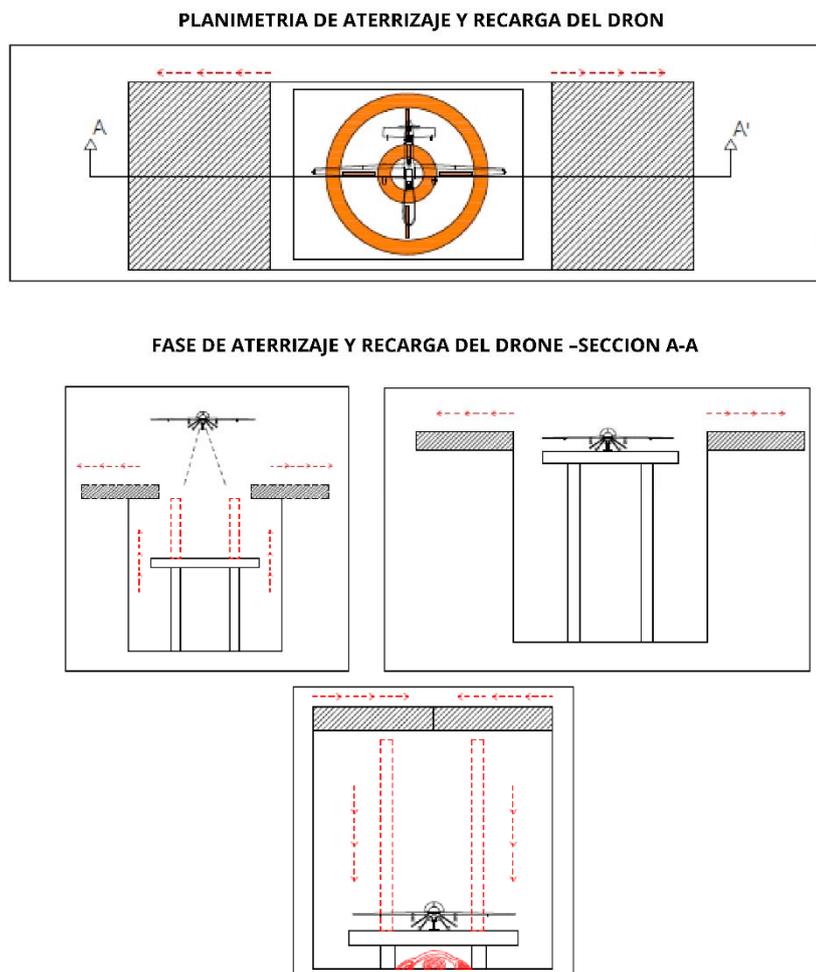


Figura 76 - Caja alojamiento y recarga del dron

La alimentación eléctrica de los drones es suministrada por baterías Li-Po (o Li-Poly), un acumulador de polímero de iones de litio, elemento químico del cual derivan las abreviaturas presentes en el nombre.

Las baterías Li-Po poseen un voltaje de 3,7V por celda y, en algunos casos, en los drones de pequeñas dimensiones, una celda de 3,7V es suficiente para cargar el modelo y hacerlo volar. Normalmente las baterías Li-Po de los drones poseen al menos dos o más celdas enganchadas en serie para suministrar un voltaje alto y, para aquellos drones más grandes que necesitan mayor potencia, el número de las celdas puede superar las seis.

Una vez que el dron aterriza, un subsistema permite recargar las baterías a través de un brazo mecánico que utiliza diferentes estándares de recarga de puerta USB, sistema plug-in o a través un sistema de inducción. Una vez terminada la recarga el dron puede ser utilizado o bien colocado en su caja que se puede cerrar para garantizar la completa seguridad ya sea del dron como de los dispositivos necesarios para el comando a distancia.

El sistema automático de recarga de drones es inteligente y dedicado solamente a la carga de baterías Li-Po: el sistema de recarga es capaz de controlar no solo el estado de la recarga sino también el voltaje de la misma, de modo que, durante la recarga, cada una de las celdas de la batería nunca supere 4,2 voltios, equilibrando correctamente la carga de las celdas.

## 1.5.6 Tipos de tendido de cables

### 1.5.6.1 In itinere

La tipología de tendido de cables in itinere es por debajo del terreno. Los cables eléctricos pueden ser tendidos en tuberías. Las tuberías que contienen los cables son señaladas por una cinta monitor específica. La funda debe proteger el cable de las tensiones que pueden ocurrir durante el tendido y la mezcla que la conforma debe ser anhidroscópica, debe por lo tanto proteger los conductores del contacto con el agua. Las tuberías que contienen los cables deben ser interrumpida por sumideros de dimensiones que permitan una fácil introducción de los cables, así como esta especificado en los gráficos.

En el caso que nos concierne se deben utilizar cables con conductores de aluminio de tipo ARG16(O)R16-0,6/1 kV.

Respetando los radios de curvatura establecidos por el constructor y, en cuanto posible, los tubos de un cableado que pertenecen a un mismo sumidero deben estar alineados entre sí. La fuerza de remolque durante el enfilado (Norma CEI 11-17) debe ser ejercida sobre los conductores y no sobre los aislantes del cable y no debe superar  $60 \text{ N/mm}^2$  referente a la sección completa de los conductores de cobre ( $50 \text{ N/mm}^2$  para conductores de aluminio). Para facilitar las operaciones de tendido de cables se pueden utilizar un rodillo para el remolque que permite reducir el esfuerzo necesario evitando al mismo tiempo el daño a los mismos cables.

En el caso en que un cable de energía es tendido cercano a otros cables, tuberías metálicas, tanques y cisternas de combustible debe responder a reglas especiales y debe ser instalado respetando distancias mínimas. En particular en el tendido de cables entrelazados para telecomunicaciones, la distancia a respetar no debe ser menor de a 0,3m y el cable de señal debe de protegerse por al menos un 1m mediante una canaleta, un tubo o una caja metálica de un espesor de al menos 1mm. No pudiendo, por razones mayores, respetar estas distancias mínimas, se procede a proteger con los mismos criterios también el cable de energía.

Cuando no se pueden respetar las distancias mínimas se procede a proteger el cable de telecomunicaciones con un tubo o una caja metálica y, si la distancia resulta inferior a 0,15m, deberá implementarse una protección suplementaria también para el cable de energía. En los cruces con tuberías metálicas, los cables de energía deben colocarse a una distancia mínima de 0,5m, que puede ser reducida a 0,3m si el cable o el tubo metálico se encuentran en envoltura no metálica.

La protección puede estar formada de hormigón ligeramente armado o también de un elemento separador no metálico como, por ejemplo, un lámina de hormigón o de otro material rígido. En presencia de conexiones de cables directamente enterrados, las tuberías metálicas deben poseer una distancia de al menos un metro del punto de entrecruzamiento o deben de adoptarse las protecciones suplementarias antes mencionadas. En los paralelismos los cables de energía y las tuberías metálicas deben tener una distancia entre ellos de no menos de 0,30m.

En presencia de tanques que contienen líquidos o gases inflamables se deben adoptar distancias de seguridad no inferiores de 1m de la superficie externa del mismo tanque. Las idénticas pautas, indicadas para las tuberías metálicas, se aplican también a las tuberías de gasoducto enterrados: y sea en los cruces como en los paralelismos las distancias a respetar no deben ser inferiores de 0,5m.

La distancia de seguridad para los cables de energía que son tendidos en tubos o conductos en presencia de tuberías que transportan fluidos inflamables están establecidas por el DM24/11/1984 "Normas de seguridad contra incendios para el transporte, distribución, almacenamiento y la utilización de gas natural con una densidad no superior a 0,8" y deben ser de tanto en tanto controladas con los entes distribuidores del gas.

#### 1.5.6.2 En galería

Todos los cables presentes en galería, en cuanto se refiere al fuego, deben llevar el sello CE según la EN 50575 que no propaguen incendio, sin halógenos y baja emisión de humos opacos, gases tóxicos y corrosivos, según las normas CEI 20-45, CEI EN 5063-0, IEC 60332-1-2, IEC 60754, IEC 61034, CEI 20-37/4-0, IEC 60331-2, IEC 60331-1, CEI UNEL 35016 Cca-s3, d1, a3, CEI 20-29. En nuestro caso se deben utilizar cables con conductores de aluminio de tipo ARTG10(O)M1 0,6KV y ARG16(O)M16 0,6/1KV.

El tendido de cables en galería es previsto a través de sistemas de canales a la vista (plataformas, tuberías, canales de protección, etc.) que se deben construir en acero inoxidable AISI al menos 304, o con materiales con un rendimiento equivalente. Los sistemas de pasarelas pueden estar cubiertos por una tapa, o sin tapa. Para el tendido de cables se debe considerar la Norma de referencia relativa a las pasarelas portacables: CEI EN 61537. En la fase de instalación se deben colocar con particular cuidado los sistemas de soporte y de fijación de las tuberías a fines de mantenimiento funcional hasta durante el funcionamiento ordinario.

#### 1.5.6.3 Correspondiente a las estructuras en suspensión

En el caso de tendido en estructuras en suspensión (puentes, viaductos, pasos a nivel, etc.) que no permiten realizar excavaciones, los cables deben ser tendidos en canaletas o tuberías metálicas. Las tuberías o canaletas deben ser fijadas a la estructura de sostén por medio de soportes de hierro cincado colocados a una distancia menor de 150cm. En proximidad de las juntas de dilatación de las estructuras se debe proveer a la instalación de sistemas idóneos de dilatación.

En este caso se deben utilizar cables con conductores de aluminio de tipo ARG16(O)R16-0,6/1KV.

### 1.6 Servicios Smart Road

La Smart Road de ANAS consiente un uso proactivo de la tecnología integrada dentro de la infraestructura, aumentando la resistencia y la mejor gestión, pudiendo cambiar las características de rendimiento según input precisos. Además permitirá a los usuarios de las carreteras beneficiar de servicios con valor añadido que llevarán a una extended customer experience, con beneficios tangibles y patentes: en primer lugar el aumento de la seguridad, debido sobre todo a los mayores niveles de automatización, conectividad y continuo monitoreo de las infraestructuras viarias, además de poder proveer a los usuarios con informaciones relativas a accidentes en tiempo real a través de dispositivos móviles y, en un futuro, a través de los Card Head Unit (dispositivo que ya hoy son instalados en los vehículos de las mayores empresas automovilísticas).

### 1.6.1 Informaciones para el usuario

Los servicios que será posible activar varían de aquellos determinados a la gestión operativa del tráfico, habilitados al análisis del rendimiento, de los ámbitos y de las previsiones del tráfico que solo una carretera digital puede ofrecer de manera eficaz, hasta la gestión de las emergencias y criticidades en tiempo real.

Algunos ejemplos de informaciones/servicios de los que podrán beneficiar los usuarios son:

- **Información referente a la seguridad:** La infraestructura será capaz de comunicar con los vehículos (principalmente a través de dispositivos móviles y luego, con la difusión de la tecnología, a través de dispositivos instalados directamente dentro de los vehículos), señalando por medio alertas visuales y sonoras, por ejemplo la presencia de peligros a lo largo del recorrido (accidentes, animales sueltos, vehículos detenidos en el camino, objetos, derrumbes, embotellamientos imprevistos detrás de una curva con visibilidad reducida, etc), el recorrido de los carriles de emergencia y/o el excesivo acercamiento a las barreras laterales. La infraestructura reconocerá situaciones potencialmente peligrosas señalando, por ejemplo, las frenadas imprevistas de los vehículos que se encuentran delante evitando así choques en cadena, enviando un alert en caso de superación de los límites de velocidad o de no respetar las distancia de seguridad, señalando los puntos peligrosos en el camino (curva peligrosa, formaciones de hielo, salidas, pasos a nivel, etc.) y eventuales desviaciones ya sea de los vehículos por delante como del vehículo que desvía (un conductor que se queda dormido al conducir). La infraestructura podrá efectuar el tracking de los medios de auxilios e informar en tiempo real a los usuarios del tiempo de llegada de los mismos.
- **Información referente al tráfico:** todas las condiciones entre las cuales reducción de la velocidad de manejo, congestiones, accidentes, obras en construcción y en general todas las informaciones que pueden provocar tráfico se comunicarán en tiempo real a los usuarios. Esto será posible integrando los sistemas convencionales de comunicación (paneles luminosos, boletines de radio, etc) con los nuevos sistemas de comunicación I2V. Gracias a Smart Road también será posible avisar a los usuarios sobre intersecciones viales escondidas, rotondas, desvíos, etc. que informen al usuario sobre el estado de la próxima intersección o de la aproximación de vehículos desde otras direcciones.
- **Información meteorológica:** informaciones ante la presencia de niebla que obstaculiza la visibilidad, de hielo, de condiciones meteorológicas críticas, etc. Eventos meteorológicos excepcionales podrían obligar al uso de cadenas para la circulación, neumáticos invernales o provocar eventuales cierres de circulación con recorridos alternativos.
- **Información de recorridos alternativos:** en caso de tráfico pesado o situaciones meteorológicas adversas, vendrán inmediatamente suministradas informaciones acerca de las desviaciones del flujo vehicular hacia recorridos óptimos sugeridos por el sistema. El sistema Smart Road es capaz de calcular la velocidad media (speed control) y de sugerir trayectorias y carriles (lane control) a fin de evitar formación de tráfico persistentes o nuevas congestiones.
- **Gestión de las situaciones de emergencia "SOS on board":** será posible en caso de dificultad enviar pedidos de auxilio, directamente a las fuerzas de seguridad, a la sala de operaciones de ANAS o también pedir asistencia en caso de fallo del vehículo.
- **Información sobre el servicio suministrado en las zonas de descanso durante el recorrido:** a lo largo de la carretera serán indicados los puntos de descanso, los servicios ofrecidos en las zonas de servicio (Wi-Fi, tiendas, asistencia especial, etc.), precios del combustible, los puntos de recarga eléctrica (con posibilidad de reserva de la plaza de recarga y facturación de los consumos directamente a través de dispositivos móviles), la presencia de talleres mecánicos, etc.
- Gracias a la plataforma tecnológica, valiéndose del crowdsourcing, será posible actualizar los datos a través de la community (comunidad de usuarios): los mismos usuarios tendrán la

posibilidad de señalar modificaciones potenciales en los servicios ofrecidos, en el precio de los combustibles, etc.

- **Información sobre los puntos de interés turístico durante el recorrido:** recorridos turísticos, indicaciones de lugares de interés, etc. Serán indicadas las distancias y los tiempos de recorrido con el fin de ofrecer una customer experience lo más completa posible.
- **Informaciones para vehículos de tránsito pesados:** con el fin de maximizar la seguridad, se dedicará una atención especial también a la circulación de vehículos de tránsito pesado, tratando, en lo posible, evitar situaciones peligrosas ya sea para el mismo vehículo como para otros. A este fin, será posible, por ejemplo controlar el tiempo transcurrido conduciendo y enviar un alert al conductor en caso de superación del límite del mismo (característica extensible también a otros conductores), alert en caso de recorrido en los carriles no permitidos, alert en caso de superación de las dimensiones o del peso permitido a un determinado tipo de vehículo de tránsito pesado, etc.

Además será posible la concesión de servicios de valor agregado entre los cuales: servicio de reserva de ITP (Intelligent Truck Parking), servicio Smart Truck (servicio pensado para los camioneros que permite programar lo viajes, conocer las posiciones, regularidad de la marcha, y previsión de llegada, así como de relacionarse con los centros logísticos y anticipar la documentación de transporte), servicio de carga/descarga de mercancías en áreas predeterminadas con reservación de las mismas. Truck platooning, señalización de las bandas horarias de circulación y la señalización en caso de pérdida de la carga o de las mercancías transportadas. Por último, gracias al sevicio Dangerous Goods, se comunicará un alert a todos los usuarios que se encuentran en las proximidades de un camión que transporta productos peligrosos o simplemente la presencia de vehículos con remolques (lanchas, casas rodantes/caravanas, etc.).

Hay que considerar los servicios antes mencionados como ejemplo de la potencialidad de la Smart Road y de la cantidad de información que es posible transmitir por medio de un dispositivo móvil: queda entendido que algunos de ellos son de rápida ejecución, en cambio para otros será necesario esperar una mayor difusión y madurez de la tecnología.

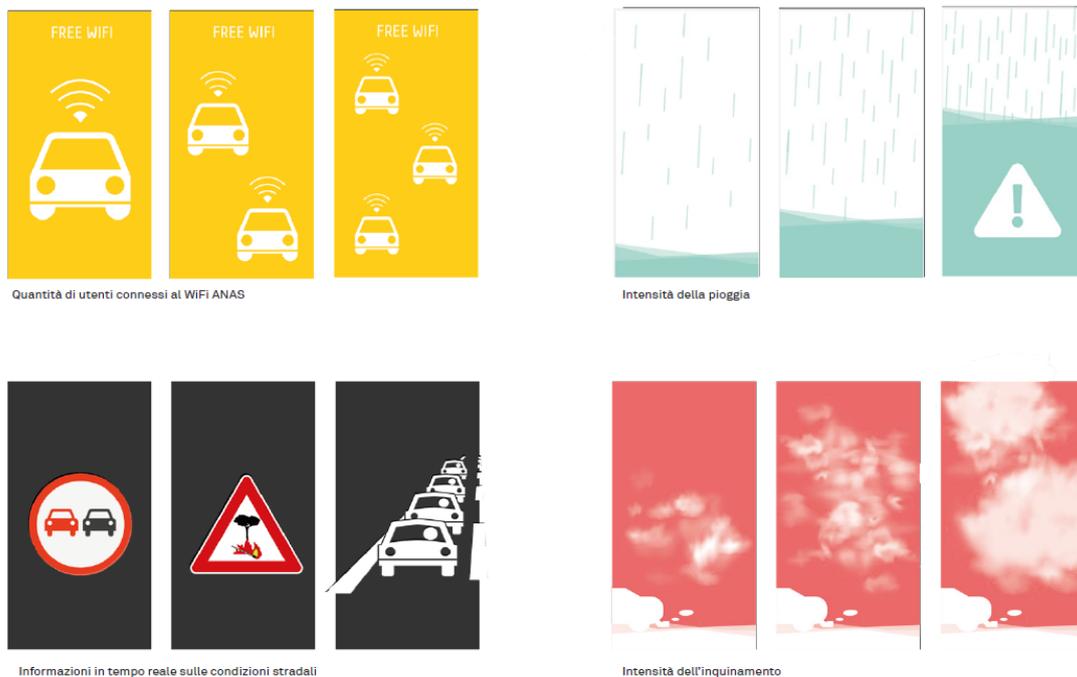


Figura 77 - Esempio de mensajería para los usuarios



© CARLO RATTI ASSOCIATI 2017

Figura 78 - Ejemplo de mensajería para los usuarios

### 1.6.2 Información para el usuario

En el esfuerzo de encontrar un equilibrio entre el Big Data y la Privacidad, ANAS hace hincapié en la utilización del principio de la *privacy by design*: un enfoque transparente que permita a los usuarios comprender el por qué de la recolección de sus datos y cómo serán utilizados, así también un alto control por parte del usuario de sus mismos datos (posibilidad incondicional de oponerse a la cesión y tratamiento de los datos).



Figura 79 - Tipos de datos recolectados

Los datos que podrían ser recogidos por parte de los usuarios a fines de hacer un repository (depósito) que permita la elaboración de datos a fines estadísticos son:

- Velocidad
- Aceleración/desaceleración
- Geo localización (a través de la posición suministrada por el GPS)

- Orientación (a través el sensor magnético)
- Inclinación (a través del giroscopio)
- Compañía telefónica y tipo de red celular (3G, 4G ...);
- Idioma/País de procedencia
- Marca y modelo del dispositivo móvil;
- Versión del sistema operativo;
- Numero de teléfono y dirección IP;
- Sensor de proximidad.

Esos Big Data (grandes datos si consideramos el volumen de los mismos, la variedad de las fuentes de procedencia y la velocidad con la cual se elaboran), serán destinados al uso del calculo del tráfico y de la concesión de los servicios anteriormente analizados.

Sin embargo, la recopilación y almacenamiento de datos sensibles y la capacidad de analizar comportamientos individuales y colectivos elaborando miles de informaciones en tiempo real representa, sin duda, una amenaza potencial a la confidencialidad. Por lo tanto, de acuerdo con las indicaciones del Garante Europeo para la protección de información personal y su gestión, ANAS las adquirirá, las tratará y las utilizará de manera conforme con lo previsto por las normativas vigentes sobre la privacidad, sin la posibilidad de otorgar esos datos a terceros y al mismo tiempo garantizando su no divulgación. Los datos estadísticos, de trafico, y eventos necesarios a la gestión de la vialidad e infomovilidad, estarán disponibles en los canales de interoperabilidad existentes con el CCISS. Se tendrá en cuenta la posibilidad de otorgar a terceros datos agregados utilizables, en forma anónima, a fines estadísticos (datos del trafico, tiempo, accidentes, etc).

Actualmente se encuentra en fase de análisis preliminar la posibilidad de otorgar espacios publicitarios (exclusivamente relativos a servicios de valor añadido para los usuarios de la Smart Road, como por ejemplo información y ofertas de áreas de servicio a lo largo del recorrido y acceso a servicios específicos dedicados a otras compañías (por ejemplo servicios dedicados a compañías de logística) pero no se prevé accionarlos durante la primera fase proyectual que esta focalizada en garantizar una mayor seguridad del trafico viario y una mejora/enriquecimiento de los servicios de infomovilidad para los conductores.

Estos resultados representan una verdadera y propia estrategia que permitirá maximizar las ventajas de las rutas digitales garantizando, al mismo tiempo, la protección de la confidencialidad de los usuarios.

### 1.6.3 Intelligent Truck Parking - Zonas de descanso para vehículos pesados.

El proyecto Smart Road prevé la mejora de la seguridad de los transportistas y de sus mercancías a través de la utilización de ITS (Intelligent Transportation Systems); se construirán zonas de descanso y de estacionamiento prolongado dedicadas a camiones y a vehículos comerciales para el transporte de mercancías a lo largo de la arteria vial. Estas, denominadas Intelligent Truck Parking (ITP), estarán equipadas con servicios de vigilancia, información y reserva.

Por esta razón, en las áreas de descanso de cada parada, en lugar de los sensores IoT se instalarán los sensores smart parking que determinarán el estado de un estacionamiento (libre/ocupado) y entonces señalarán la llegada y partida de un camión del área de descanso.

La cuestión de seguridad entendida como security, en el sector del autotransporte, está vinculada principalmente al robo de cargas de mercancías y a las agresiones a los conductores, que ocurren en mayor parte en las zonas de descanso y servicio.

Otro tema importante está relacionado a las exigencias del respeto obligatorio del descanso previsto por la ley de los camioneros que, actualmente, durante el horario nocturno, se detienen inapropiadamente en áreas no adecuadas (carriles de aceleración/desaceleración y servicio, paradas de descanso) con potenciales riesgos a la seguridad vial.

Las áreas destinadas a los vehículos pesados servirán para gestionar también emergencias especiales como accidentes y condiciones atmosféricas particularmente adversas.

Objetivos primarios que el servicio de Intelligent Truck Parking (ITP) se propone son:

- Definición de un estándar en línea con aquellos europeos para la seguridad de las zonas de descanso reservadas a vehículos pesados.
- Creación de áreas de descanso “modelo”, que incluyan paradas automatizadas con posibilidad de reserva de los servicios accesorios disponibles (como, por ejemplo, vigilancia, auxilio médico, suministro eléctrico para camiones frigo, taller mecánico, etc.).
- Desarrollo de un sistema de reserva, guía a los estacionamientos e información relativa a todos los tipos de zonas de descanso para transportes pesados en la gestión ANAS, a través de un portal de libre acceso con informaciones de todas las áreas ITP a lo largo de la ruta. A través del portal se podrá acceder a las siguientes informaciones: posición del ITP, dimensión y servicios de la zona, disponibilidad de paradas, posibilidad de reservar las paradas on-line; generación de un QR Code necesario para el acceso al área custodiada.

Resulta especialmente importante el último punto, que permitirá, introduciendo una localidad, el número de la ruta o de un itinerario, de ver en la pantalla un mapa interactivo que muestre todas las áreas de descanso ITP de ANAS. Será posible filtrar los resultados de la búsqueda en base a diferentes suministros eléctricos para camiones frigo, talleres mecánicos, etc.

Las paradas indicadas como “reservables” están señaladas en un mapa interactivo con la letra “R” y se pueden reservar directamente vía internet, a través de cualquier dispositivo o de un ordenador a bordo del vehículo: la posibilidad de reservar un lugar en las zonas de descanso ITP por parte del usuario le permitirá ahorrar largas búsquedas para verificar la disponibilidad de áreas de descanso y optimizar los gastos de viaje y de estacionamiento.

Los procedimientos que el conductor o la persona que planificará el viaje deberá seguir durante la reserva son los siguientes: tras acceder a la zona, el usuario podrá elegir un área de descanso libre a lo largo del recorrido del viaje, o también en una localidad precisa, por lo que deberá meter la fecha y hora de llegada y partida aproximativa y luego confirmar. El sistema enviará un correo electrónico y un SMS para confirmar la reserva con todas la informaciones relevantes (nombre, posición del área ITP, número de reserva de la parada, nombre del contacto en el lugar). El usuario registrado podrá reservar un lugar, en base a la disponibilidad, con unos días de antelación o también poco antes de llegar al lugar.

## 2 El contexto normativo

El panorama normativo de los transportes inteligentes contará con tantas y fragmentadas reglas, se reportan las más importantes para la Smart Road.

### Reglamentación y Directivas Europeas.

DIRECTIVA 2010/40/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO del 7 de julio del 2010 en el ámbito general de la difusión del sistema de transporte inteligente en el sector del transporte vial y en las interfaces con otros modos de transporte.

Libro blanco del 2011 de la Comisión Europea, "Tabla de marcha hacia un espacio único europeo de los transportes-para una política de transportes competitiva y durable", con la cual la Comisión Europea adoptó una estrategia global (Transporte 2050) por un sistema de transporte competitivo capaz de incrementar la movilidad, remover los obstáculos mayores en las zonas principales y alimentar el crecimiento y la ocupación. Al mismo tiempo, las propuestas reducirán drásticamente la dependencia de Europa de las importaciones de petróleo y disminuirán al 60% las emisiones de carbono por parte de los vehículos en el 2050.

REGLAMENTO DELEGADO (UE) N. 305 DE LA COMISION del 26 de noviembre de 2012 que integra las directivas 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que se refiere a la predisposición armonizada en todo el territorio de la Unión Europea de un servicio electrónico de llamada de emergencia (eCall Interoperable).

REGLAMENTO DELEGADO (UE) N.885/2013 del 15 de mayo 2013 que integra las directivas 2010/40/UE del Parlamento europeo y del Consejo sobre los sistemas de transporte inteligente, en merito a la predisposición de los servicios de información en las áreas de estacionamiento seguras destinadas a los transportes pesados y a los vehículos comerciales.

REGLAMENTO DELEGADO (UE) N.886/2013 DE LA COMISION del 15 de mayo de 2013 que integra la directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en cuanto se refiere a los datos y a los procedimientos para la comunicación gratuita de los usuarios, donde sea posible, de informaciones mínimas universales acerca la viabilidad y vinculadas a la seguridad vial.

REGLAMENTO DELEGADO (UE) N.962/2015 DE LA COMISION del 18 de diciembre 2014 que integra la directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativos a la predisposición en todo el territorio de la Unión Europea de servicios de informaciones de tráfico en tiempo real.

Una Estrategia Europea sobre los Cooperative Intelligent Transport Systems, una etapa fundamental hacia la movilidad cooperativa, conectada y automatizada - Bruselas. 30.11.2016 COM (2016) 766 final.

La Comisión Europea ha emitido el 5 de Agosto del 2008, la resolución 671 referente a la utilización armonizada del espectro radioeléctrico en la banda de frecuencia 5875-5905 MHz para aplicación relacionada con la seguridad del ITS (Sistemas de Transporte Inteligente). En el informe del 21 de diciembre de 2007 la CEPT ha concluido que las frecuencias entre 5875 y 5805 MHz se adaptan a la aplicación ITS vinculada a la seguridad vial suministrando al conductor del vehículo informaciones sobre el medioambiente/entorno, otros vehículos y otros usuarios de la carretera.

Es necesario que los transmisores ITS optimicen la utilización del espectro radio y mantengan la potencia de transmisión a nivel mínimo para utilizar las radiofrecuencias atribuidas a los sistemas de transporte inteligente de manera eficiente y evitar las interferencias perjudiciales.

Una Estrategia Europea sobre los Cooperative Intelligent Transport Systems, una etapa fundamental hacia la movilidad cooperativa, conectada y automatizada - Bruselas. 30.11.2016 COM (2016) 766 final.

### Decretos de ley y directivas Nacionales.

DM 24/11/1984 "Normas de seguridad contra incendio para transporte, distribución, acumulación y utilización del gas natural con densidad no superior a 0,8".

Decreto legislativo 285/92 nuevo Código vial.

Decreto del Ministerio del Ambiente Italiano 381/98 "Reglamento relativo a las normas para la determinación de los techos de radiofrecuencia compatibles con la salud".

Decreto del Presidente de la República italiana del 5 de octubre del 2001, n.447 "Reglamento relativo a las disposiciones en materia de licencias individuales y de autorizaciones generales para los servicios de telecomunicaciones para uso privado".

Plan de acción ITS, diciembre 2008

D.P.R.S 151 del 1 de agosto del 2011 reglamento relativo a la simplificación de la disciplina de los procedimientos referentes a la prevención de incendios.

DL 387/2003 "Implementación de la directiva 2001/77/CE relativa a la promoción, en el mercado domestico de la electricidad, de energía producida de fuentes renovables";

Decreto Legislativo 28/2011 "Implementación de la directiva 2009/28/CE acerca de la promoción del uso de la energía de fuentes renovables, relativo a enmiendas y sucesivas derogaciones de las directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE".

Decreto Legislativo 152/2006 "Normas en materia de seguridad ambiental".

Nota DCPREV n.1324 del 7 de febrero 2012; "Manual para la instalación de los sistemas fotovoltaicos".

Nota DCPREV n.6334 del 4 de mayo de 2012.

Decreto-Ley del 18 de octubre de 2012 n.179 convertido con enmiendas, de la ley del 17 de diciembre del 2012 n.221, "Ulteriores medidas urgentes para el crecimiento del país", en el ámbito del art. 8- "Medidas para la innovación de los sistemas de transporte" es el decreto por el cual Italia ha incorporado la directiva ITS 2010/UE.

Decreto interministerial del 1 de febrero del 2013, relativo a la "Difusión de los sistemas de transporte inteligentes (ITS) en Italia", que constituye la base metodológica y operativa del Plan de Acción Nacional.

"Plan Nacional para el desarrollo de los sistemas ITS" 12 de febrero del 2014.

"Plan Nacional de repartición de las Frecuencias del Ministerio de desarrollo economico-27 de mayo del 2015.

DECRETO 16 de enero del 2015 MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES. Aplicación de las directivas 2014/103/UE de la Comisión del 21 de noviembre del 2014 que estandariza por tercera vez al progreso científico y técnico, los alegados de la directiva 2008/68/CE del Parlamento europeo y del Consejo referentes al transporte interno de materiales peligrosos.

Decreto Legislativo 50/2016 Nuevo código de concesiones públicas

"ESTANDARES FUNCIONALES PARA LAS SMART ROAD " Ministerio de Infraestructura y Transportes Position Paper del 22/06/2016.

Ley de presupuesto 2018 (publicada en el Diario Oficial del 29 de diciembre del 2017)

### Normas técnicas

**Norma UNI CEI EN 16001:2009.** Sistemas de gestión de la energía. Requisitos y patrones de utilización.

**Norma UNI CEI EN 15900** Eficiencia energética de los servicios - Definiciones y requisitos.

**Norma UNI CEI EN 11339** Gestión de la energía - expertos en gestión de la energía.

**Norma UNI CEI EN 60332-3** Procedimientos y requisitos de prueba contra la propagación de incendios a causa de cables eléctricos.

**Norma UNI CEI EN 60754** Pruebas de gases emitidos durante la combustión de materiales extraídos de los cables.

**Norma UNI CEI EN 61537** Sistemas de pasarelas porta cables a fondo continuo y al tirafondo del tendido de los cables.

**UNI 10772-CLASE A.** Telemática para el tráfico y el transporte en autopistas. Sistemas para la elaboración de imágenes de video para el reconocimientos de las patentes por aplicaciones telemáticas a fines de la detección de violaciones de las reglas y de los criterios de peaje.

**UNI 5649-1** Tipos de cobre no vinculados al utilizo con el plástico. Calidad, prescripción y pruebas.

**ISO 8528-5** Estándares internacionales para motores a combustión interna de los generadores de corriente.

**ISO/IEC 11807-2ª edición** de sistemas de cableado de telecomunicaciones en general.

**Normas CEI 11-17** Sistemas de producción, transmisión y distribución pública de energía eléctrica. Líneas de cables.

**Normas CEI 11-20** Sistemas de producción de energía eléctrica y grupos de continuidad vinculados a redes de I y II categoría.

**Normas CEI 20-22** Pruebas contra incendios en cables eléctricos.

**Normas CEI 20-37/4-0** Métodos de prueba comunes para cables durante incendios. Pruebas sobre gases emanados durante la combustión de materiales extraídos de los cables. Parte 4: Determinación del índice de toxicidad de los gases emitidos.

**Normas CEI 82-85** Instrucciones para el montaje de sistemas de generación fotovoltaica referidos a las redes eléctricas de media y baja tensión.

**Normas CEI 64-8** Sistemas eléctricos de tensión nominal que no superan 100 V en corriente alternada y a 1500 V en corriente continua.

**Normas CEI 771/2006** Decisiones de la comisión del 9 de noviembre del 2006 referente a la armonización del espectro radio para la utilización por parte de aparatos de corto alcance.

**Normas CEI 671/2008** Decisión de la Comisión del 5 de agosto del 2008, sobre el uso armonizado del espectro radio en la banda de frecuencia 5875-5905 MHz para los aplicaciones vinculadas a la seguridad de los sistemas de transporte inteligente (STI).

**ECC/DEC/ (02) 01** Decisión del Comité de Comunicaciones Eléctricas del 15 de marzo del 2002 sobre las bandas de frecuencia a designar para la introducción coordinada de los sistemas telemáticos por el transporte y tráfico vial.

**DM 14/01/2008** Normas técnicas para los montajes.

ERC/REC 70-03 **Recomendaciones referidas a dispositivos de corto alcance.**

**Restriction of Hazardous Substances (RoHS)** restricción de determinadas sustancias peligrosas en los aparatos eléctricos y electrónicos.

**EN 50173-12a** edición de la norma europea que analiza las prescripciones generales referidas a las estructuras y a la configuración de sistemas de cableado estructurado al interno de varios tipos de locales definidos en otras normas de la serie 50173.

**EN 61558-2-4** Seguridad de los transformadores de la unidad de alimentación y similares Parte 2-4. Prescripciones particulares para transformadores de aislamiento para uso general.

**EIA-TIA 568 C** Estándar de telecomunicación en revisión C para el cableado de productos y servicios de telecomunicaciones.

**ITU-G-665** Características de los cables en fibra óptica a dispersión no nula.

**DATEX-II**(CEN/TS 16157 y sucesivas actualizaciones. Estándar para ITS en las carreteras europeas.

**Standard IEEE** (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

**IEEE 1609.** Grupo de estándares para los sistemas de comunicaciones vehiculares. IEEE 802.11 estándar de transmisión para las redes LULAN, redes locales que utilizan la tecnología wireless en vez de la conexión de cable, bajo forma de release, desarrollado por el grupo II de la IEEE 802. Prevé transmisiones a 1 y 2 Mbps.

**IEEE 802-3-2015** Estándares IEEE para las redes Ethernet.

**IEEE802.11 a**, release del 802 que permite obtener otra capacidad de banda (54 Mbps teóricos, 30 Mbps reales) y especifica 8 canales de radio en la banda de frecuencia de 5 Ghz.

**IEEE 802.11g** release del 802.11 que propone una capacidad de banda teórica de 11Mbps (6 reales) con un alcance que puede llegar hasta 300 metros en un espacio abierto y libre que utiliza la banda de 2.4 GHz con 3 canales de radio disponibles.

**IEEE 802.11** release del 802.11 que ofrece una alta capacidad de banda (54 Mbps teóricos, 30 reales) en la banda de frecuencia de 3.4 GHz. Posee una alta compatibilidad ascendente con la norma 802.11b, o sea los hardware conformes a las normas 802.11g pueden funcionar en 802.11g.

**IEEE 802.11 i** release del 802.11 que tiene el objetivo de mejorar la seguridad de las transmisiones.

**IEE 802.11p** release del 802.11 que incluye la posibilidad de utilizar la tecnología MIMO, la que permite utilizar más antenas tanto para la transmisión como para la recepción, aumentando la banda disponible.

**IEEE 802.11p** enmienda, aprobado por el estándar IEEE 802.11 para la introducción de la banda de frecuencia DSRC (5,85-5,925 GHz) que permite suministrar servicios a las comunicaciones de vehículo a vehículo (V2V) y de vehículo a infraestructura (V2I).

**IEEE 802.11 r** también conocido como fast BSS transition (FT) es una modificación del estándar 802.11 con el objetivo de permitir la continuidad de conexión entre los dispositivos wireless en movimiento a través de transferencias rápidas y seguras entre un acces point y otro.

**IEEE 802.11 k** release del 802.11 que permite la gestión y manutención de las redes wireless.

**IEEE 802.1q** estándar que permite a más redes virtuales VLAN compartir la misma conexión física sin pérdida de información entre un aparato y otro.

**IEEE 802.1x** término genérico que se refiere al estándar 802.11 para definir las comunicaciones en una red LULAN.

**IEEE 802.15.4** estándar para la reglamentación del nivel físico y el nivel MAC de red a corto alcance, normalmente inferior a 30 m, que trabaja en base a la velocidad de transferencia de datos.

**IEEE 802.15.4e** Estándar LUPAN inmune a las interferencias EM.

**Standard ETSI** (European Telecommunications Standard Institute)

**ETSI EN 300 065** Aparatos telegráficos e impresoras directas a banda estrecha para la recepción de información meteorológica o de navegación (NAVTEX); Norma armonizada que cumple con los requisitos esenciales de los artículos 3.2 y 3.3(g) de la directiva 2014/53/UE.

**ETSI EN 302 637-2** el documento establece las especificaciones del Cooperative Awareness Message (CAM)

**ETSI EN 302 637-3:** El documento establece las especificaciones del Decentralized Environment Notification Message.

**ETSI EN 302 571:** El documento describe la comunicación mediante radiofrecuencia entre OBU e RSU.

**ETSI EN 302 665:** El documento describe la estructura global de la comunicación en los ITS (ITSC).



**ETSI TR 102 638:** EL documento describe la estructura global de la comunicación en los ITS localizando la atención sui Basic Set of Applications (BSA).

**ETSI EN 302 663:** EL documento describe las bandas de frecuencia del ETSI G5 y define la estructura del Acces Layer (Physical Access and Medium Access Control).

**ETSI EN 300 647-2-1** Norma armonizada según el artículo 3.2 de la directiva R & TTE (Directiva europea sobre los aparatos Radio y terminales de telecomunicaciones ), bajo-parte 1: Requisitos para la unidad en carretera (RSU).

**ETSI EN 300 647-2-2** Norma armonizada según el artículo 3.2 de la directiva R & TTE (Directiva europea sobre los aparatos de radio y terminales de telecomunicaciones ). Bajo-parte 2: On Board Unit (OBU).

**UNI EN 1194; UNI EN 14080; UNI EN 386 UNI EN 387** sustituida de la **EN 14080:2013** "Estructuras de madera, madera laminada encolada y madera maciza encolada".

**UNI EN 338** "Madera estructural - Tipos de resistencia".

**UNI EN 1912** "Madera estructural - Tipos de resistencia - Designación de las categorías visuales y de las especies".

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS/ACRONIMOS

Acrónimo	Significado	Definición
AC	Alternative Current	Corrente Alternata
ADC	Analog to Digital Converter	Notazione indicante il Convertitore da Analogico a Digitale
ADR	Agreement concerning the international carriage of Dangerous goods by Road	Acuerdo Europeo referente al transporte internacional de productos peligrosos en carretera. El acuerdo original se firmó en Ginebra el 30 de septiembre de 1957 como European Agreement concerning the international Carriage of Dangerous Goods by Road. El texto se actualiza cada dos años. Actualmente está en vigor.
AISI	American iron and Steel institute	Nota que, gracias a una sigla de tres cifras, individualiza la clase de acero.
AP	Access point	Dispositivo electrónico de telecomunicaciones que, conectado a una red cableada o por ejemplo también a un router, permite al usuario móvil de acceder en modalidad wireless directamente a través de su terminal, si ese posee una ficha especializada. Si viene conectada físicamente a una red cableada (o también vía radio a otro acces point) puede recibir y enviar señales de radio al usuario gracias a antenas y aparatos transpondedores, permitiendo así la conexión en forma de acceso radio.
Autenticación Captive Portal		Técnica que fuerza al usuario http conectado a la red a navegar una determinada pagina web (generalmente para la autenticación) antes de poder acceder a la navegación en red
BACKHAUL	Del inglés, literalmente, carga de retorno	En el campo de las telecomunicaciones una red de backhaul o red de retorno es la porción de una red jerárquica que comprende las conexiones intermedias entre la red central (o núcleo) y las pequeña subredes al margen de toda la red jerárquica.
BACKHAUL mesh		En una estructura jerárquica de las telecomunicaciones de red, la parte backhaul de la red comprende las conexiones intermedias entre la red y las pequeñas subredes al borde de la misma red jerárquica.
Backup		Acto de guardar totalmente o parcialmente el contenido de una memoria masiva

Best effort			Se dice de un servicio en red en el cual al usuario no se le suministrada ninguna garantía sobre la calidad del servicio, eficiencia, velocidad de conexión o del correcto funcionamiento
Big data			Término utilizado para describir la recopilación de datos entendida en términos de volumen, velocidad y variedad a requerimiento tecnológico y métodos analíticos específicos para la extracción de valores
Bit	Binary digit		En informática, el bit es la unidad de medida elemental de información que viene representado alternativamente con la cifra 0 y 1, en cuanto corresponde a la opción de elegir dos alternativas igualmente posibles (símbolo b)
BLE	Bluetooth low energy		La tecnología BLE, a diferencia del clásico Bluetooth, se caracteriza por una considerable reducción de los consumos energéticos, pese a que mantiene un alcance similar de comunicación
BOS	Balance of System		Conjunto de dispositivos que consienten de regular la producción de energía eléctrica y de verterla en red o acumularla con los estándares de calidad y seguridad necesaria.
BSA	Basic set of application		Grupo de aplicaciones desarrolladas (con casos de uso reagrupados), soportado por un sistema de comunicación maduro, relevante y vehicular. NOTA: BSA se puede trasladar simultáneamente en un momento definido (día 1) para cumplir con los objetivos societarios y empresariales de partes interesadas públicas y privadas del transporte viario.
BT	Baja tensión		
CAM	Cooperative awareness message		Mensajes intercambiados entre el vehículo y la infraestructura, definidos por el estándar ETSI EN 302 665
CC/AC	Convertidor (invertir)		Nota que indica el convertidor de Corriente continua a corriente alterna
CCL	Centro de control de red local		
CCR	Centro de control remoto		Centro de control con funciones correspondientes a aquellas de RMT erogadas a nivel central o en las sedes territoriales

CEI	Comité italiano electrotécnico		EL CEI es una asociación reconocida ya sea por el estado italiano como por la Unión Europea por la actividad normativa y la divulgación de la cultura técnico-científica
CEPT	Conferencia europea de correos y telecomunicaciones		Organización creada el 26 de junio de 1959 en Francia para absolver las tareas de coordinación, uniformando procedimientos y técnicas, y de organización en ámbito europeo referente a los estándares de telecomunicaciones y a los servicios postales. La CEPT en 1988 ha creado la ETSI, que se ocupa de redirigir las normas relativas al Data Communications
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems		Los C-ITS son sistemas que permiten el intercambio de datos eficaz a través de la tecnología wireless para que los vehículos puedan conectarse entre si mismos, con la infraestructura viaria y con los demás usuarios de la carretera.
CLI	Command Line Interface		En informática la interfaz de línea de comandos, también conocida como CLI, o simplemente línea de comandos, indica un tipo de interfaz del usuario caracterizada por una interacción de tipo textual entre el usuario y el elaborador: el usuario imparte comandos textuales en input mediante un teclado alfanumérico y recibe respuestas textuales en output por parte del elaborador a través de una pantalla o impresora alfanumérica.
Client			Un cliente en informática indica un componente que accede a los servicios o a las fuentes de otra componente, llamado server. Así se puede hablar de cliente refiriéndose al hardware o también al software. Forma parte de la estructura lógica de red llamada cliente-server.
Cloud			Paradigma de suministro de fuentes informáticas, como el almacenamiento, la elaboración o la transmisión de datos caracterizado por la disponibilidad on demand a través de la red Internet a partir de un conjunto de fuentes preexistentes y configurables.
Cloud computing			Suministro de recursos informáticos a través de internet.
Clustering	Reagrupamiento		El Clustering o análisis del Cluster (del termino inglés cluster analysis) es un conjunto de técnicas de análisis multivariado de los datos referidos a la selección y reagrupación de

		elementos homogéneos en una totalidad de datos.
Data link		Se refiere a la conexión entre una estación y otra a los fines de transmitir y recibir señales digitales.
DATEX-II		Standard desarrollado para el intercambio de información entre los centros de gestión del tráfico desarrollado en línea con el plan de acción ITS.
DB	Database	Base de datos. Un conjunto de datos organizados en tablas vinculadas entre ellas con relación, teniendo una estructura predefinida y característica y en las cuales se pueden efectuar operaciones de inserción , actualización, cancelación y consulta.
DC	Direct Current	Corriente Continua.
DENM	Decentralized Environmental Notification Message	Mensajes intercambiados entre los vehículos referidos a las alarmas que se han generado en carretera.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de configuración IP dinámico)	Protocolo de red a nivel aplicable que permite a los dispositivos o terminales de una red local de recibir automáticamente a pedido de acceso a una red IP (come LAN) la configuración IP necesaria para establecer una conexión y operar en una red más amplia basada en Internet Protocol, o sea interoperar con todas las demás subredes intercambiando datos que, a su vez, estén integrados y respeten el protocolo IP.
DLL	Data Link Layer Nivel de conexión de datos	Es el segundo nivel de estructura de red basado sobre el modelo ISO/OSI para la interconexión de sistemas abiertos. Este nivel en transmisión recibe paquetes de información del nivel de red y forma fotogramas que pasan al siguiente nivel físico con el objetivo de permitir la transferencia fiable de los datos a través del canal subyacente.
DSRC	Dedicated Short Range Communications	Sistema bidireccional de comunicación del tipo wireless a corto y medio radio que consiente la transmisión de datos para la aplicación inteligente en el campo del sector de los transportes y la movilidad.
DSS	Decisio Support System	Software de soporte a las decisiones internas del Anas.



EAP	Extensible Authentication Protocol		Framework de autenticación utilizado sobre los access point y en las conexiones PPP. La utilización de EAP dentro de una red wireless prevé que no sea el access point a autenticar el cliente sino el EAP mismo, redirigiendo el pedido de autenticación avanzado por el cliente a un server específico.
eCall			Servicio electrónico de llamada de emergencia interoperable.
EIA/TIA 568 C	Electronic Industries Alliance/Telecommunications Industry Association		Serie de estándares que se refieren al cableado de los productos y servicios de telecomunicaciones.
EIRP	Equivalent Radiated Power	Isotropic	Medida de densidad de potencia radio irradiada por una antena, independientemente del ancho de banda utilizado. Está expresado en watt o miliwatt; a menudo es conveniente medirlo en dBm.
EN	European Norm		Sigla que identifica las normas elaboradas del CEN (Comité Europeo de Normalisation), Organismo de normalización europea. Los países miembros de la CEN deben obligatoriamente aplicar las normas EN (en el caso de Italia estas son UNI EN).
ERC	European Commission	Research	Comisión Europea de Investigación
ETSI	European Telecommunications Standard Institute		Ente de estandarización europeo que produce estándares globalmente aplicados a las tecnologías de la información y comunicación.
ETSI ITS G5	European Telecommunications Standard Institute- Intelligent Transport Systems		Estándar europeo para la comunicación vehicular en banda de frecuencia dedicadas para el sistema europeo de transporte inteligente (ITS).
FCC	Federal Communications Commission		Comisión Federal para las comunicaciones con carácter de autoridad administrativas independiente que se ocupe de todos los usos del espectro radio (incluso las transmisiones de radio y televisión) no gubernamentales, todas las telecomunicaciones interestatales (vía cable, telefónica y satelital) y las comunicaciones internacionales desde y hacia Estado Unidos.
FEC	Forward Error Correction		



Firewall	Firewall barra de control de acceso	Un tipo de puerta especial, que se cierra automáticamente en caso de incendio. Sistema de seguridad de control para el acceso en una red.
Firmware		Programa, o mejor secuencia de instrucciones, integrado directamente en un componente electrónico (integrado por ficha electrónica periférica). El objetivo es de encender los mismos componentes y consentirles de interactuar con otros componentes hardware a través de la implementación de protocolos de comunicación interfaces de programación.
Frame Agregation		Una estación con uno o más frame a enviar puede elegir transmitirlos como un único frame. El frame que resulta contiene un único frame-Preamble y un solo Radio Header, reduciendo así el overhead y aumentando el payload y de esta manera se efectúa una sola transmisión reducida al tiempo de contención y de backoff en el medio wireless y el numero de las potenciales colisiones.
FTP	File Transfer Protocol	Protocolo que controla las operaciones de transferencia de los archivos de un ordenador a otro.
Gateway	Puerta de tránsito	Convertidor de protocolo. Un nodo específico de la aplicación que conecta entre ellas redes que serían incompatibles. Convierte los códigos de los datos y de los protocolos de transmisión para garantizar la interoperabilidad, es decir transfiere datos o mensajes entre programas o redes generalmente incompatibles.
GE	Gigabit Ethernet	Red Ethernet con un radio de bit del orden de Gigabit por segundo (Gb/s)
GHz	Gigahertz	Unidad de medida de la frecuencia, igual a mil de millones de Hertz, o sea de ciclos por segundo.
GPS	Global Positioning System	Sistema de posicionamiento y navegación satelital civil que, a través de una red dedicada de satélites artificiales en orbita, suministra a un terminal móvil o GPS-receiver información sobre las coordenadas geográficas y horario, en cada condición meteorológica, donde se encuentre en la Tierra donde haya un contacto sin obstáculos.

GUI	Graphical User interface (interfaz usuario de tipo gráfico)	Una interfaz gráfica da la posibilidad de interactuar con el ordenador a través de la técnica "presiona-y-haz-clic" o de manipular de otra manera imágenes e íconos en la pantalla.
Handover		En el campo de las telecomunicaciones telemáticas wireless, por handover se entiende el procedimiento por el cual viene cambiado el canal utilizado de la conexión de una terminal móvil a la red wireless manteniendo activa las comunicaciones.
HD	High Definition	Alta Definición
HF	High frequency	Alta frecuencia
Hop	"Salto"	"Saltos" sucesivos de un MAP (Mesh Access Point) que permiten alcanzar desde un nodo RAP (Root Acces Point) no solo los otros nodos adyacentes sino también aquellos más distantes.
Host		Nodo huésped que indica que cada terminal está conectada, a través de un link de comunicación, a una red informática (ej. Internet).
Hosting		Servicio que hospeda en un web server las páginas de un sitio, haciéndolas visibles en Internet.
ICT	Information and Communication Technology – Tecnología de la información y de la comunicación	El conjunto de las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones y de su integración.
IEC	International Electrotechnical Commision	Organización internacional para la definición de estándares en materia de electricidad, electrónica y tecnologías relacionadas.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	Asociación internacional de científicos profesionales con el objetivo de la divulgación de las ciencias tecnológicas.
IoT	Internet of Things	Neologismo en telecomunicaciones referido a la extensión de internet en el mundo de los objetos y de lugares concretos que se hacen reconocibles y adquieren inteligencia gracias al hecho de poder comunicar datos de los mismos y acceder a informaciones agregadas por otros.

IP	Internet Protocol	Protocollo Internet che definisce le unità di informazione passate da un un sistema all'altro per garantire un servizio di base per l'inoltro dei pacchetti di dati.
Ipv6		Sexta versión de la evolución del protocolo IP, Internet Protocol.
ISM	Industrial Scientific and Medical	Aplicaciones Industriales científicas y médicas.
ISO	International Organization for Standardization	Es la organización más importante a nivel mundial para la definición de normas técnicas.
ITP	Intelligent Truck Parking	Estacionamiento inteligente para transporte de carga pesada.
ITS	Intelligent Transport System	Sistemas que, siguiendo los estándares nacionales e internacionales, presentan avanzadas tecnologías de información y de comunicación al fin de mejorar la seguridad de la conducción y el bienestar de las personas, de los vehículos y de las mercancías, como así de la eficiencia de los sistemas de transporte para los pasajeros y las mercancías.
ITSC	Intelligent Transportation System Society	Sistema de comunicaciones dedicado a los transportes.
ITU	International Telecommunication Union	Departamento de las Naciones Unidas especializado en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y de la comunicación.
Jitter		En electrónica y telecomunicación con el término de jitter se indica la variación de una o más características de una señal como, por ejemplo, la amplitud, la frecuencia, la fase.
KEMLER		EL Kemler-ONU es un código internacional colocado a los laterales y detrás de los medios que transportan productos peligrosos, identifica el tipo de material transportado y el tipo de peligrosidad del mismo. En caso de accidente una inmediata llamada de emergencia a los bomberos a través de los números reportados en el panel, permite establecer rápidamente la modalidad del tipo de procedimiento.
Kernel	Núcleo	Constituye el núcleo de un sistema operativo, es decir el software, cuya tarea es suministrar a los procesos en ejecución en el elaborador un acceso seguro y controlado al hardware.
LAN	Local Area Network	

Layer	Estrato	Nivel, ej.: en la gráfica vectorial o en la estratificación del OSI Model.
LEACH	Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy	
LED	Light Emitting Diode	
LI-PO	Litio Ione Polimero	
LLC	Logical link Control	
LoRa	Long Range	
LoRa LUAn	Long Range Wide Area Network	
LPLUAN	Low Power Wide Area Network	
M2M	Machine to Machine	
MAC	Medium Acces Control	
MAP	Mesh Acces Point	
MEMS	Micro Electro Mechanical system	
MIB	Management Information Base	
MID	Metrological Instruments Devices	
MID	Contador de energía	
MIMO		En las telecomunicaciones, indica el uso de un Sistema de antenas múltiples, emisoras y receptoras, con el objetivo de mejorar el rendimiento de los canales de comunicación. Es una de las posibles tipologías de "antenas inteligentes": un grupo de antenas elabora la señal, en este caso aprovechando la idea de "interferencia constructiva del multipath" (otras posibles técnicas son, por ejemplo, lóbulos de irradiación variable en el tiempo, on demand; o también antena diversity).
MIT	Ministerio de Infraestructura y Transportes	
Mobile Device	Dispositivo móvil	Dispositivos electrónicos que son plenamente utilizables siguiendo el movimiento del



			usuario entre los cuales teléfonos celulares, PDA, Smartphone, tabletas.
MPLS	Multi Switching	ProtocolLabel	Tecnología para las redes IP que permite enviar flujos de tráfico multiprotocolo entre nodos de origen y nodos de destinación a través de la utilización de identificativos entre las copias de router adyacentes con simples operaciones sobre las mismas etiquetas.
MT	Media Tensione		
Multicast Frames			Método para la transmisión de datos a través de redes, desde un solo punto que transmite solamente flujo de datos hacia más de un punto receptor. Mejora el uso de la red respecto al método unicast (muchos flujos de datos, uno por cada punto que desea recibirlo) y broadcast (un solo flujo de datos para todos los receptores, aunque no deseen recibirlos).
Multipath Fading			En el campo de las telecomunicaciones el multipath fading es una forma de distorsión de una señal que llega a destino bajo la forma de un determinado numero de copias, desfasadas en el tiempo, originadas por varios recorridos (multipath) que la misma señal pudo haber seguido durante su propagación y entre ellos en recepción; cada copia además, habiendo realizado un recorrido propio de una determinada longitud y caracterizada por una reflexión sobre la superficie en general diferente, será sujeta a una atenuación en general diferente de aquella recibida por las demás copias. Es un problema típico de las radiocomunicaciones ya sean fijas como móviles, en modo determinado en primer caso y con características típicas de un proceso aleatorio en el segundo caso. La recepción de las diferente réplicas dentro de un tiempo determinado no constituye un problema serio, al contrario retrasos semejantes a la duración del tiempo de símbolo provocan fenómenos dañinos de interferencia.
NAT	Network Address Tranlation		Traducción de las direcciones de red, conocido también como network masquerading, native address translation es una técnica que consiste en modificar las direcciones IP de los paquetes en tránsito sobre un sistema que funciona desde un router dentro de una comunicación entre dos o más host.

NDEF	NFC Data Exchange Format	Define el formato de encapsulamiento de las relaciones por el intercambio de información entre dispositivos respetando las recomendaciones del NFC Forum, o sea entre dos dispositivos NFC activos o dispositivos activos y pasivos (tag). Es un mensaje binario que puede ser utilizado para encapsular posibles protocolos aplicables a datos en un solo report. El objetivo de la NDEF es definir la estructura y las reglas de datos para construir relaciones válidas. Además define los tipos de datos aplicables encapsulados NDEF.
NFC	Near Field Communication	Tecnología que permite obtener conexiones wireless bidireccionales a corta distancia
Nodo		En informática y telecomunicaciones se refiere a todo dispositivo hardware de sistema capaz de comunicar con los demás dispositivos que forman parte de la misma red
NC	Nodo de centro	
NS	Nodo de segmento	
OBU	On board unit. Unidad de bordo	Dispositivo de comunicación instalado en el vehículo que permite comunicar con otros OBU o RSU.
Ocpp	Open charge point protocol	Protocolo aplicativo para la comunicación entre las estaciones de recarga de los vehículos eléctricos y un sistema de gestión centralizado
Open Data	Datos abiertos	Datos accesibles a todos y de forma libre, cuya restricciones son la obligación de citar la fuente o mantener la base de datos siempre abierta.
OSI	Open Interconnection systems	Conocido como modelo ISO/OSI, es un estándar de iure para redes de computadores establecida el 1978 por la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization), el principal ente de estandarización internacional. Establece - para la arquitectura lógica de red - una estructura en capas compuesta por una pila de protocolos de comunicación de red dividida en 7 niveles, que juntos ejecutan todas las funcionalidades de la red, siguiendo un modelo lógico-jerárquico.



OTDR	Optical time domain reflectometer	Instrumento de medición optoelectrónico, utilizado principalmente en el campo de las telecomunicaciones para el análisis y el diagnóstico de fallos en las fibras ópticas.
Overhead		En informática, la palabra inglesa Overhead (literalmente posicionado a lo alto, que esta encima) sirve para definir los recursos accesorios, pedidos extras con respecto a los necesarios para alcanzar un determinado objetivo tras la introducción de un método o de un procedimiento más moderno o más general.
P2P	Peer to peer	Arquitectura de red en la que, a diferencia de la estructura cliente-servidor, todos los nodos pueden actuar libremente pidiendo y/o proporcionando datos e información
PEAP	Protected EAP	
PHY	Physical Layer	
PoE	Power or Ethernet	
QoS	Quality of Service	
QR code	Quick response code	
Rack		Telar para aparatos electrónicos con estructura modular
RAP	Root Access point	
Rete Flat	Pag. 63	
RF	Frecuencia Radio	
RFID	Radio Frequency Identification. Identificación frecuencia radio	
RLAN	Radio LAN	Red local que comunica vía radio y no vía cable, y asegura una conectividad de banda ancha.
RMT	Road Management Tool	
Roaming		Acuerdo entre dos o más compañías de gestión del servicio de comunicación móvil, operantes en el mismo territorio o en países diferentes, según el que los usuarios de una compañía pueden utilizar la red de las demás compañías.

RoHS	Restriction of Hazardous Substances	
Routing		En el ámbito de las telecomunicaciones, es la función de un conmutador (router, switch) que decide a que puerta o interfaz enviar un elemento de comunicación recibido (conversación telefónica, paquete de datos, flujo de datos). El término es una metáfora que se refiere a la acción de enrutar (dirigir, direccionar).
RS	Router de segmento	
RS232	Electronic industries Alliance recommended standard 232	Portal serial estándar EIA que equivale al estándar europeo CCITT V21/V24, que define una interfaz serial de baja velocidad de transmisión para el intercambio de datos entre dispositivos digitales.
RS422	Recommended standard 422	Protocolo para la comunicación serial de datos que prevé dos hilos con línea diferencial y multi-punto (diferencial equilibrado)
RS485	Interfaz de comunicación	
RSU	Road side unit	Dispositivo instalado al lado de la carretera que proporciona soporte para la conectividad a vehículos de paso
SAP	Service Access point	Puntos de acceso a un servicio que un nivel OSI ofrece a un nivel superior, en una arquitectura donde cada nivel ofrece una serie de servicios al nivel jerárquicamente superior y dispone de los servicios proporcionados por el precedente.
SCADA	Supervisory Control and Data acquisition	Indica un sistema informático distribuido para el monitoreo electrónico de sistemas físicos.
Server		Ordenador con altas prestaciones que en una red proporciona un servicio a otros elaboradores conectados, llamados client (cliente).
Shutter	Enchufes de recarga	
SIM	Subscriber Identity Module	Es una tarjeta que se inserta en un teléfono móvil y permite archivar de manera segura el IMSI, un número unívoco asociado a todo usuario de teléfonos móviles de redes GSM o UMTS, que representa la identidad nacional de un usuario. Las tarjetas SIM son aquellos instrumentos que les permiten a las compañías de teléfonos móviles proporcionarles a los abonados conexiones de voz y datos.



SM o SMX	Spatial multiplexing	Es una técnica de transmisión wireless MIMO para transmitir señales de datos independientes y codificados por separado, llamados flujos, desde cada una de las muchas antenas de transmisión. Por lo tanto, la dimensión del espacio se usa y se reusa más y más veces (multiplexing), de aquí el nombre.
SMACS	Self-Organizing Medium Access Control for Sensornets	
Smardust network		Consiste en una red hecha por microscópicos sistemas electro-mecánicos (sensores) interconectados por un sistema wireless y capaces de relevar, por ejemplo, luz, temperatura o hasta vibraciones.
SMS	Short Message Service	Servicio de teléfonos móviles para enviar breves mensajes de texto de un móvil a otro y se usa en español para indicar cada mensaje enviado a través de dicho servicio.
SOA	Servicios web	
SOAP	Simple Object Access protocol	Es un protocolo específico para el intercambio de información estructurada en la realización de servicios web en redes de ordenadores.
SPD	Dispositivo de protección de sobretensiones	
SSH	En informática y telecomunicaciones SSH (Secure Shell, concha segura) es un protocolo que permite establecer una sesión remota cifrada a través una interfaz de línea de comando con otro host de una red informática	En informática y telecomunicaciones SSH (Secure Shell, concha segura) es un protocolo que permite establecer una sesión remota cifrada a través de una interfaz de línea de comando con otro host de una red informática.
SSID	Service set identifiers	El service set identifiers, o SSID, es el nombre con el que una red WLAN se identifica a sus usuarios. A menudo los Access points están configurados de manera que su SSID se anuncie continuamente, para que los dispositivos móviles con Wi-Fi puedan crear un elenco de las redes wireless disponibles en la zona en la que se encuentran. Dicho elenco está a disposición del usuario para que elija la red a la que conectarse (siempre que el dispositivo no se conecte automáticamente a una de ellas).

Standalone		Objeto o software capaz de funcionar solo o independientemente de otros objetos y software con los que podría interactuar.
Stateful		Convertidor estático de Corriente Continua a Corriente Alterna.
STIG	Sistema de telecontrol de instalaciones en túneles	El sistema tecnológico permite monitorear en tiempo real el funcionamiento de las instalaciones tecnológicas dentro de los túneles viarios de la red Anas.
Switch	Conmutador	Aparato activo de red capaz de conmutar, o sea desviar, las llamadas de una puerta a otra puerta específica, utilizando el nivel 2 del esquema ISO-OSI.
Switch de layer 2		Dispositivo que usa el MAC address de las puertas de interfaz del host para decidir donde reenviar los frame que recibe.
System.web.UI		El System.Web.UI del espacio de nombres proporciona clases e interfaces que permiten crear controles de servidores ASP.NET y paginas Web ASP.NET para la interfaz del usuario de las app Web ASP.NET.
TACACS	Terminal Access controller Access control system	Se refiere a un tipo de protocolo informático para la autenticación y la autorización remota (que no sea AAA), con servicios correspondientes, para el control de los accesos en red a través de un servidor central.
TAG NFC	Tag near field communication	Chip que se encuentran encima de unas etiquetas adhesivas o parecidas donde se pueden escribir datos e informaciones codificadas para un dispositivo móvil.
TAG RFID	Tag radio frequency identification	Tag radio frequency identification
TCP/IT	Transmission control protocol/internet protocol (protocolo de control de las transmisiones/protocolo Internet)	Método de comunicación de las máquinas en internet que actúan entre ellas enviándose paquetes de información a través de unas redes hasta que lleguen a su destino.
Tera-Play	Conectividad múltiple en banda ancha	

Throughput		En las telecomunicaciones, por throughput se entiende un canal de comunicación cuya capacidad de transmisión sea “efectivamente explotada”. El throughput se suele indicar con THR. No hay que confundirlo por la “capacidad” del link: ambos se expresan en bit/s pero, mientras la primera expresa la frecuencia de transmisión máxima en la que los datos pueden viajar, la segunda es un índice del “efectivo” utilizzo de la capacidad del link. El throughput es la cantidad de datos transmitidos en una unidad de tiempo, mientras la capacidad depende exclusivamente de la cantidad de información disponible en el canal de transmisión.
TIA	Telecommunications industry association	Asociación acreditada por la American National Standards Institute para desarrollar estándares para una amplia gama de tecnologías y productos de comunicación.
TID	Tag indicator	Etiquetas de identificación por radiofrecuencia para la recogida de información.
TLS	Transport layer security	
T-MAC	Timeout-MAC	
TPC	Transmitter power control	
Triple Play		En el sector de las telecomunicaciones, el servicio Triple Play es una expresión del marketing para el provisioning, sobre una conexión individual de banda ancha, de dos servicios con alta intensidad de banda.
Troubleshooting	“eliminación del problema”	Proceso de investigación lógica y sistemática de las causas de un problema sobre un producto o procedimiento para que el sistema vuelva a ser operativo y el fallo/mal funcionamiento no vuelva a ocurrir.
TTLS	Tunneles transport layer security	
TVCC	Televisión de circuito cerrado	Cámaras que transmiten la señal hacia específicos o limitados set de pantallas e/o video grabadores.
UID	Unique identificación	En los sistemas operativos Unix y Unix-like, el UID es un numero entero que identifica unívocamente un usuario del sistema.



UNI	Ente nacional italiano de unificación	Asociación privada que elabora y publica normas técnicas voluntarias para todos los sectores industriales, comerciales y del sector terciario.
UV	Ultravioleta	
V2I	Vehículo a infraestructura	Conectividad entre vehículos e infraestructuras.
V2V	Vehículo a vehículo	Conectividad entre vehículo y vehículo.
VMS		Plataforma capaz de controlar hasta 50 cámaras con software cliente/servidor para un sistema de gestión a matriz video virtual. El sistema VMS permite la gestión de los usuarios, de las prioridades, de las alarmas y de la configuración de sistema.
VOIP	Voice over internet protocol	Tecnología, para el servicio telefónico, con conexión internet u otra red datos basadas sobre un IP.
Wearable device	Dispositivo portátil	
Wi-Fi		Tecnología que, a través de dispositivos permite a terminales de usuarios de conectarse entre si gracias a una red local en modo wireless (WLAN) cumpliendo con los estándares IEEE 802.11.
Wi-Fi in motion	Wi-Fi en movimiento	
WIM	Weight in motion	Sistemas de pesa dinámicos, proyectados para calcular y registrar el peso bruto de cada vehículo que transite a cualquier velocidad, sin necesidad que el vehículo pare.
Wired		Sistemas tradicionales basados en conexiones cableadas.
Wireless		Comunicación entre dispositivos electrónicos que no necesitan cables.
WLAN	Wireless local area network	Red local que explota la tecnología wireless y no una conexión cableada vía cable.
WMM	Wi-Fi multimedia	
WPA2-CCMP (AES)		El CCMP, acrónimo de Counter-Mode/CBC-Mac Protocol, es un método de cifrado utilizado por el estándar IEEE 802.11i para la gestión de las claves y de la integridad de los mensajes. El CCMP forma parte de un programa de certificaciones WPA2. Wi-Fi protected Access (WPA e WPA 2) es un programa de certificación administrado por la



		alianza del Wi-Fi como forma de protección de los datos intercambiados en una red de ordenadores wireless.
WPA2-TKIP		WPA2 está reemplazando WPA. Como pasó para la WPA, la WPA2 requiere una fase de testing y la certificación por parte de la alianza Wi-Fi. WPA2 implementa los elementos opcionales del estándar IEEE 802.11i.
WPA-TKIP		El protocolo TKIP cambia dinámicamente la clave en uso y la combina con un vector de inicialización (IVS) de dimensiones doble con respecto al WEP (de manera que sean vanos los ataques parecidos a aquellos para el WEP) y se puede implementar en tarjetas de interfaz wireless pre-WPA.
WSN	Wireless sensor network	Este tipo de red está caracterizado por una arquitectura distribuida y está realizada por un conjunto de dispositivos autónomos capaces de recoger datos del entorno y comunicar entre si.
XBEE		Tecnología wireless de conexión entre dispositivo y nube (cloud).
Zigbee	IEEE 802.15.4 (Zig Bee)	ZigBee representa unos de los principales estándares de comunicación, creado por la ZigBee Alliance. Gracias a pequeñas antenas digitales de baja potencia y bajo consumo basadas en el estándar IEEE 802.15.4 para wireless personal área networks (WPAN), el estándar especifica una serie de perfiles de aplicación que permiten realizar una comunicación específica para los diferentes perfiles típicos en el ámbito de las wireless sensor networks.

Con esta publicación, única a nivel internacional, Anas interpreta el concepto de Smart Road como una carretera conectada con los usuarios y los vehículos, preparada para la conducción autónoma.



Anas S.p.A. (Gruppo FS Italiane) Dirección General  
Via Monzambano, 10 - 00185 ROMA  
Tel. 800841148 - [servizioclienti@stradeanas.it](mailto:servizioclienti@stradeanas.it)