



CLAVE:
EI1-E-164

TIPO DE ESTUDIO	ESTUDIO INFORMATIVO	RED	CARRETERAS DEL ESTADO
CLASE DE OBRA	AUTOVÍA	TÍTULO COMPLEMENTARIO	AUTOVÍA A-81
CARRETERA	N-432 DE BADAJOZ A GRANADA	PUNTOS KILOMÉTRICOS	PK 0+000 - PK 201+925,384
TRAMO	BADAJOZ - ESPIEL	PROVINCIA	BADAJOZ Y CÓRDOBA
INGENIERA AUTORA DEL CONTRATO	SOÑA ABAJO GONZÁLEZ		
INGENIERO DIRECTOR DEL CONTRATO	ANTONIO RUIZ-ROSO GÓMEZ		

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS
ANEJO 15. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE. TIS

EMPRESA CONSULTORA



FECHA DE REDACCIÓN
JUNIO 2021



HOJA DE CONTROL DE CALIDAD

DOCUMENTO	ANEJO 15. Sistemas inteligentes de transporte. ITS				
PROYECTO	ESTUDIO INFORMATIVO "AUTOVÍA BADAJOZ-CÓRDOBA-GRANADA. TRAMO: BADAJOZ-ESPIEL"				
CÓDIGO	3578-FASE-B-15-RD-ITS-D01V01				
AUTOR	FIRMA	MSA/FML			
	FECHA	20/09/2020			
VERIFICADO	FIRMA	FSA			
	FECHA	20/09/2020			
DESTINATARIO	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN EXTREMADURA				
NOTAS					

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS ITS.....	5
2.1. TIPO DE VÍA.....	5
2.2. CONDICIONES DE USO.....	9
3. CLASIFICACION DE LOS ITS	10
4. MODELO DE REFERENCIA O ESTRUCTURA GENERAL DEL CONTEXTO ITS.....	10
4.1. DIAGRAMA GENERAL DEL CONTEXTO ITS.....	10
4.2. ELEMENTOS DE NIVEL I: SISTEMAS.....	11
4.2.1. Capa digital: aplicaciones y datos ITS.....	11
4.2.2. Capa física: dispositivos ITS.....	11
4.3. ELEMENTOS DE NIVEL II: INFRAESTRUCTURA.....	11
4.3.1. Topología.....	11
4.3.2. Redundancia.....	11
4.3.3. Configuración de los nodos	12
4.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES GENERALES	12
4.4.1. Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV).....	12
4.4.2. Estación de toma de datos (ETD).....	12
4.4.2.1.1 PRESTACIONES DEL SISTEMA	12
4.4.2.1.2 TRATAMIENTO DE DATOS	13
4.4.2.1.3 CONFIGURACIÓN.	13
4.4.2.1.4 COMUNICACIÓN.	13
4.4.2.2. Estación meteorológica. (EM)	13
4.4.2.2.1 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	14
4.4.2.2.2 COMUNICACIONES.	14

ÍNDICE	
4.4.2.2.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES 14
4.4.2.2.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SENSORES 14
4.4.2.3.	Elemento de señalización variable 15
4.4.3.	Panel de señalización variable (PMV) 15
4.4.3.1.1	PROTECCIONES 15
4.4.3.1.2	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA. 16
4.4.3.1.3	COMUNICACIÓN. 16
4.4.3.1.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES 16
4.4.3.2.	Seguridad y aislamiento eléctricos: 16
4.4.3.3.	Prestaciones funcionales..... 16
4.4.3.4.	Sonómetro 17
4.4.3.5.	Subsistema de control distribuido (ERUs) 17
5.	CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN 17
6.	NORMATIVA DE REFERENCIA..... 18
6.1.	NORMATIVA LEGAL 18
6.1.1.	NORMATIVA TÉCNICA GENERAL 18
6.1.2.	NORMATIVA ESPECÍFICA DE LA D.G. DE CARRETERAS 18
6.1.3.	OTRAS DISPOSICIONES Y SITUACIÓN ACTUAL 18

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo, correspondiente a la fase B del Estudio Informativo, se incluye la definición funcional y el estudio justificativo de los sistemas de transporte inteligente (ITS) que se propone se implanten en la alternativa que resulte seleccionada.

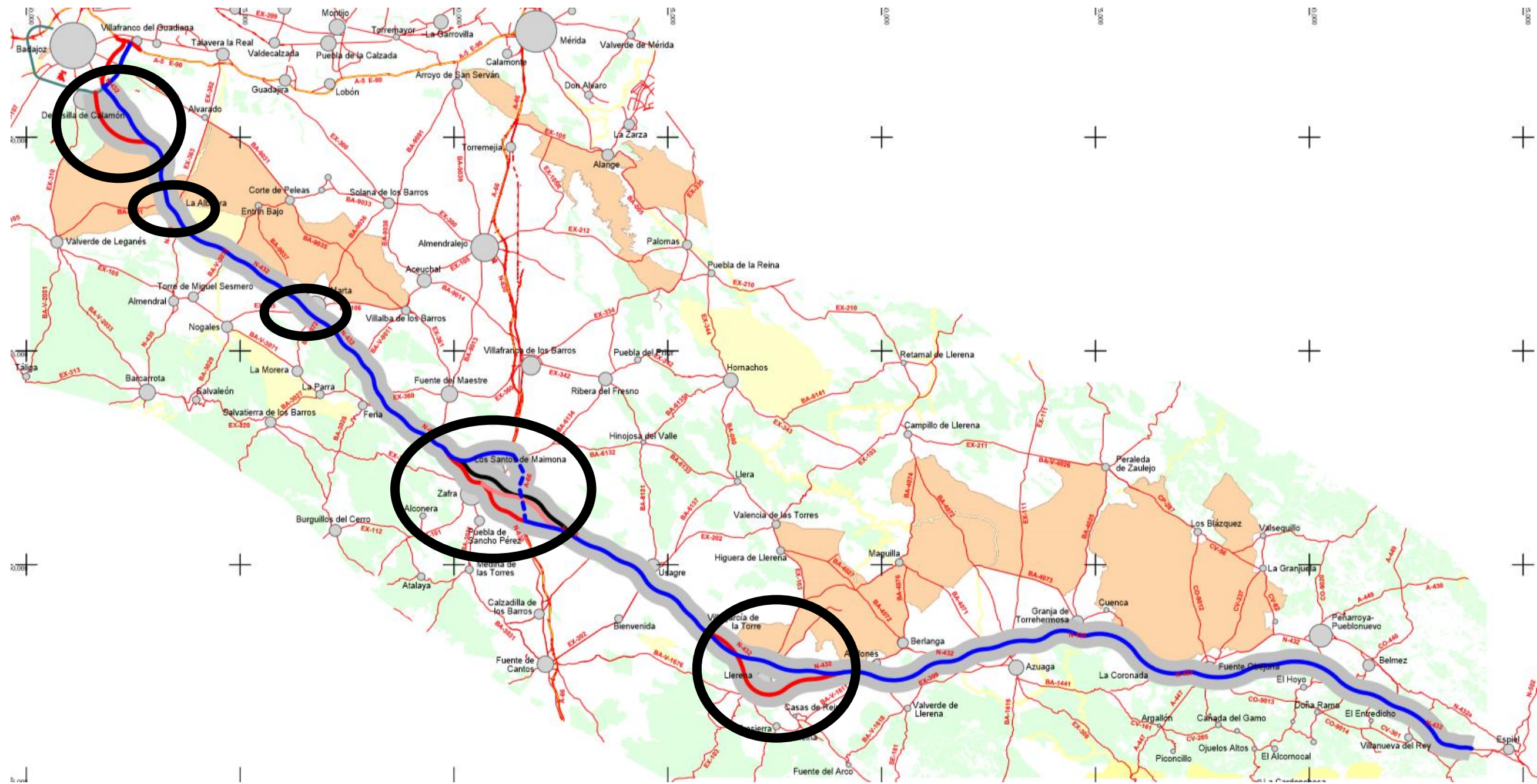
2. CARACTERIZACIÓN DE LA VÍA Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LOS ITS

2.1. TIPO DE VÍA

Cada una de las alternativas del estudio corresponden a tipo de vía: Autovía.

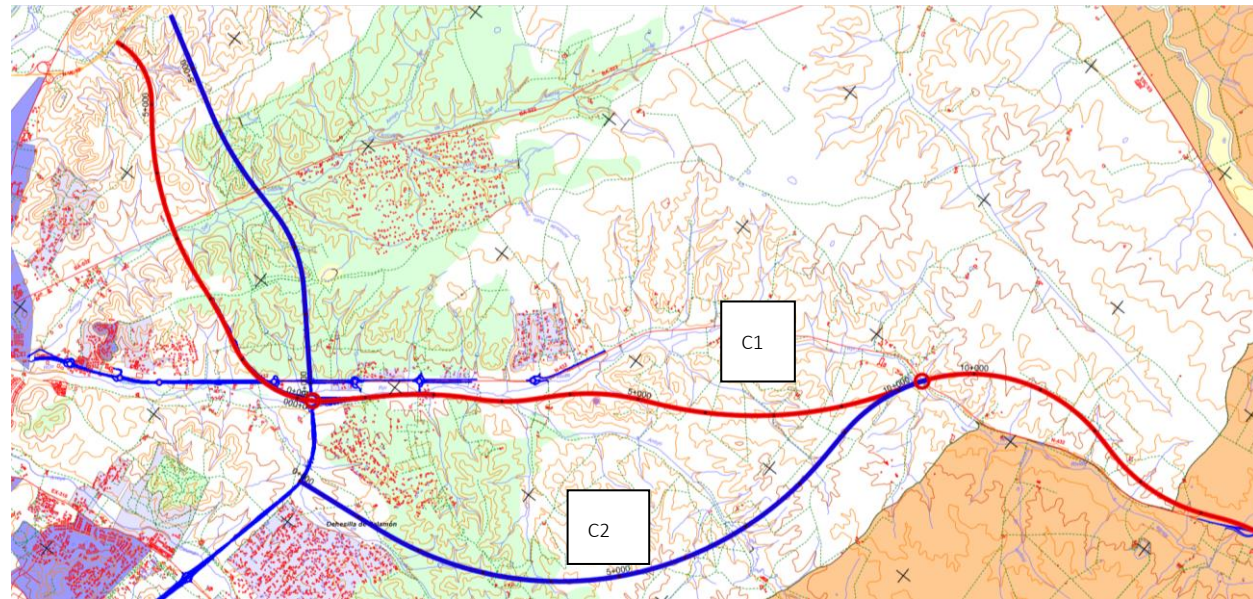
Se propone el corredor de la alternativa cero y el resto de alternativas posibles basado en la franja donde discurre la alternativa surgida de la última información pública del estudio de impacto ambiental complementario.

Se han desarrollado en el corredor varias alternativas fruto de nuevos condicionantes, principalmente medioambientales.

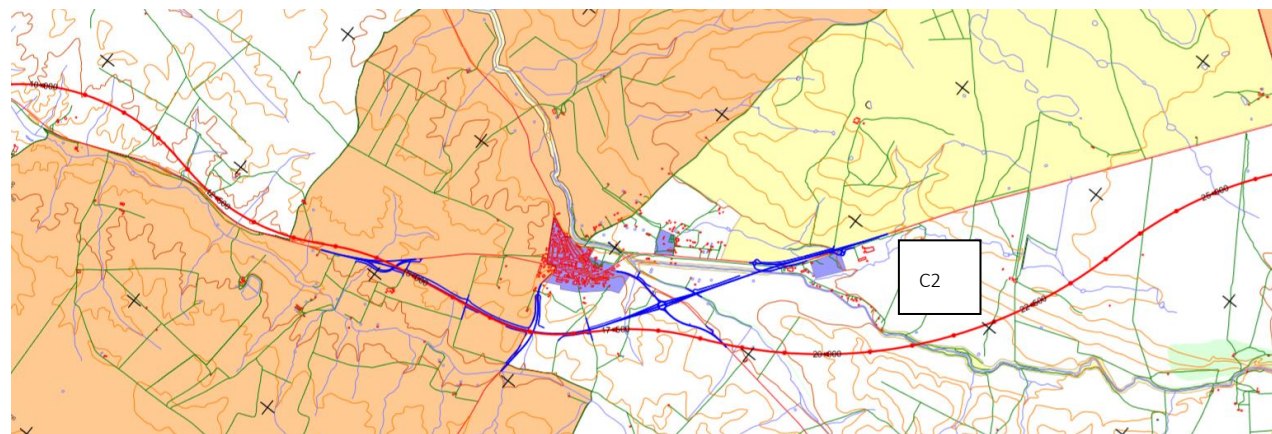


Si se realiza una ampliación de cada zona indicada en la figura anterior se comprueba lo siguiente:

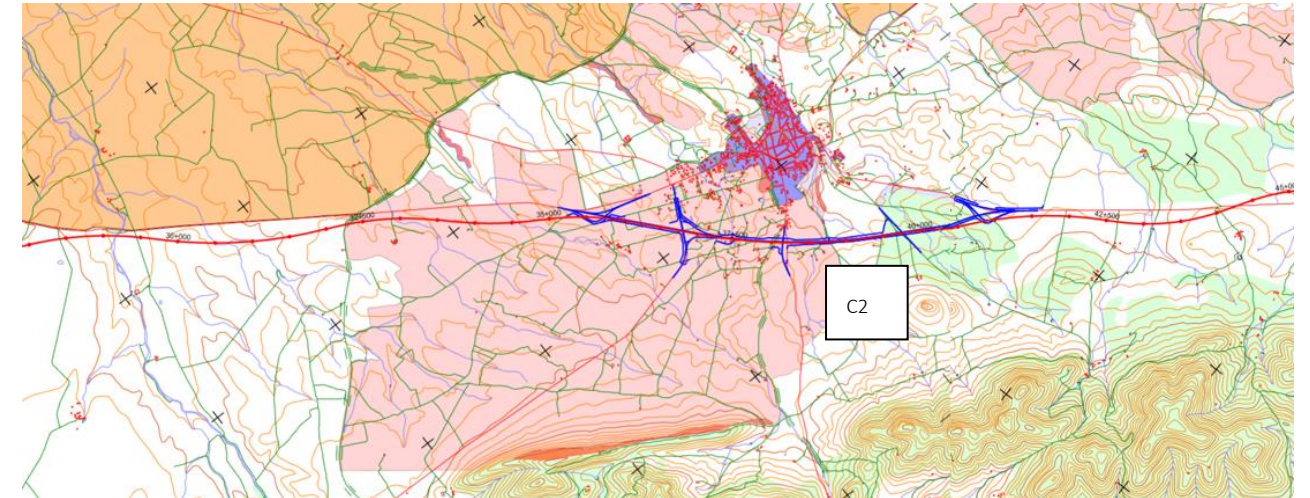
El inicio del autovía se encuentra en la circunvalación de Badajoz. Al discurrir la alternativa C1 paralela al río Rivillas afectando a la zona de flujo preferente, se opta por incluir la alternativa C2 que discurre entre las dos zonas edificadas.



La alternativa C2 a su paso por La Albuera, aprovecha en lo posible la variante de la N-432 ya construida con objeto de afectar lo menos posible a la ZEPA.



Al igual que en el caso anterior la alternativa C-2 discurre por la variante de la N-432 a su paso por Santa Marta evitando otro tipo de afecciones.



La autovía a su paso por la zona de Zafra y los Santos de Maimona se desglosa en varias alternativas C2, C3, C4 y C5.

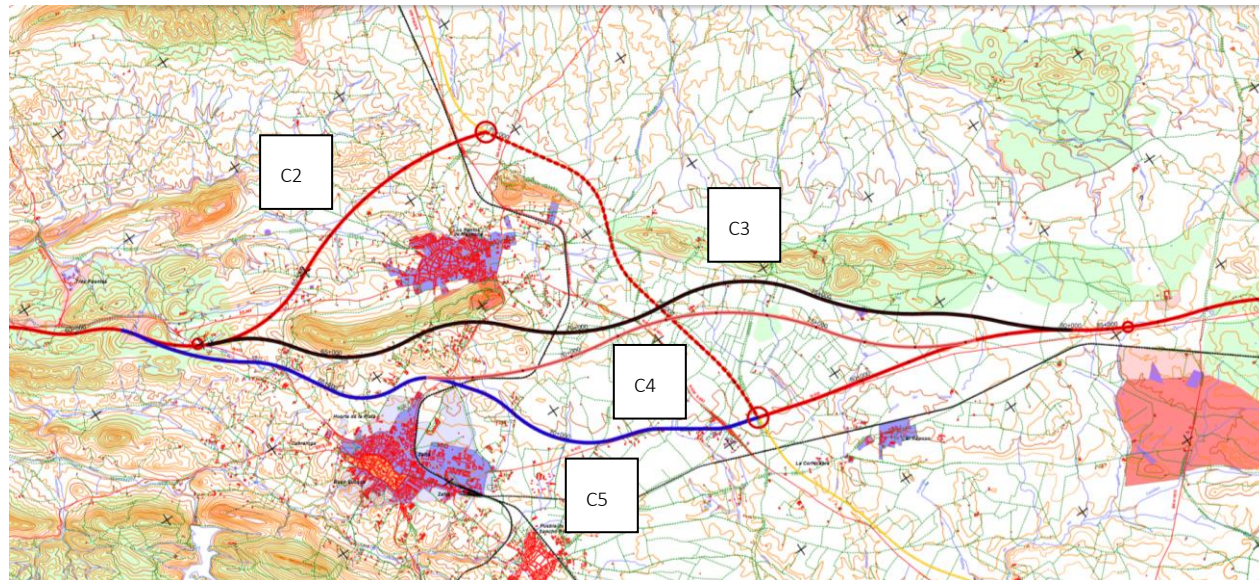
La alternativa C2 discurre al norte de los Santos de Maimona y aprovecha el trazado de la A-66 hasta Zafra.

El resto de alternativas discurren entre las dos localidades:

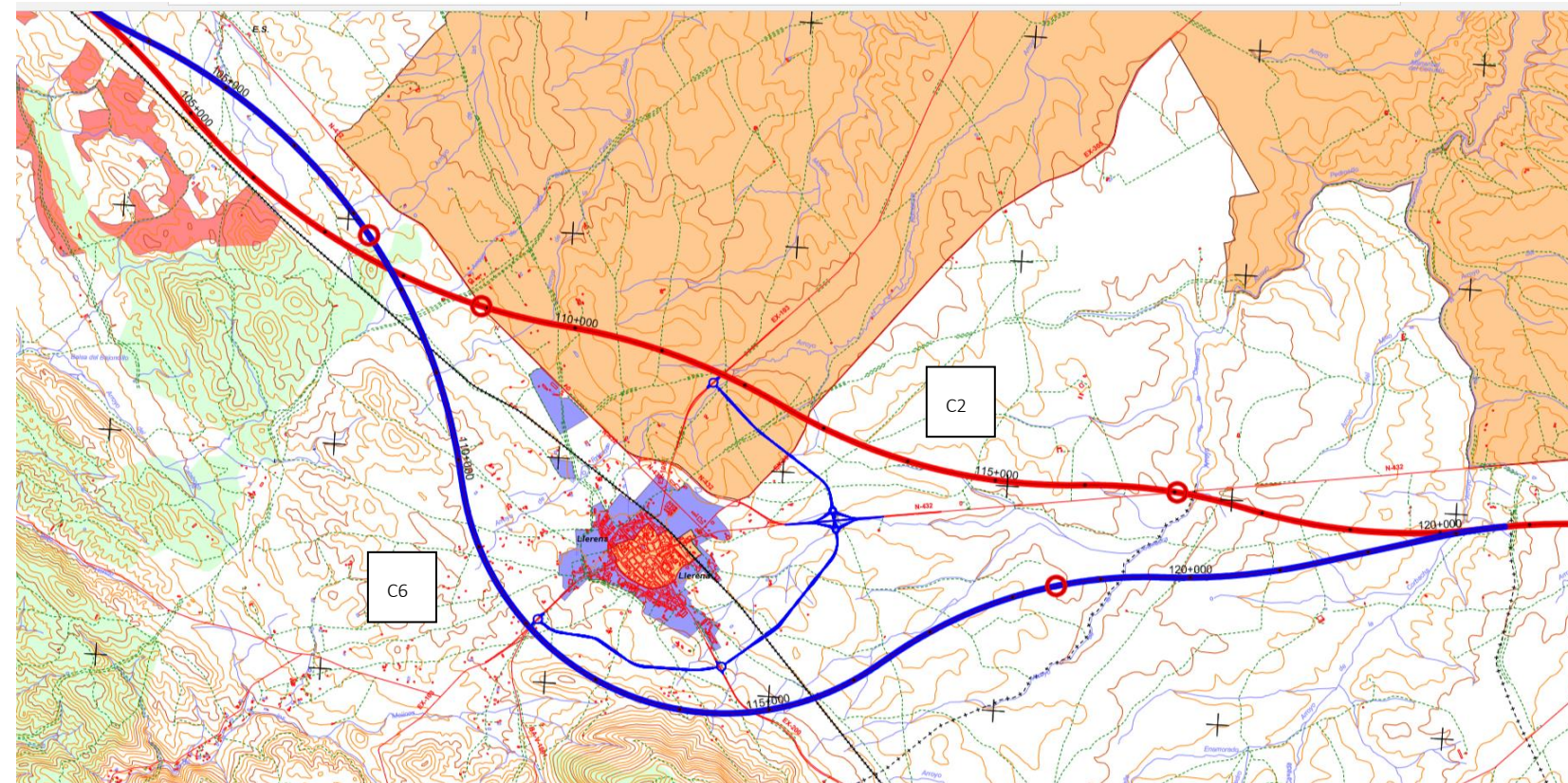
C3, discurre más proxima a los Santos de Maimona, aproximándose al cerro existente que es un habitat, pero sin afectarlo.

C4, discurre aprovechando parcialmente la variante de la carretera N-432 a su paso por Zafra

C5, discurre aprovechando en su totalidad la variante de la N-432 a su paso por Zafra.



En la zona de Llerena, la alternativa C2 se situa al norte de Llerena y la alternativa C6 se situa al sur de la localidad. En la zona de Andalucía, no se ha contemplado ninguna alternativa adicional a todas las estudiadas a lo largo del proceso de estudio.



2.2. CONDICIONES DE USO

Las condiciones de uso de las alternativas presentadas son las siguientes:

Tráfico. Las intensidades medias diarias (IMD) registradas en el año 2017 en las estaciones situadas en la A-1, así como la composición del tráfico, son las que se recogen en la siguiente tabla.

ESTACIÓN	CATEGORÍA	AÑO	CTRA.	PK.	IMD	% PESADOS
BA-328-2	2	2017	N-432	0.47	16.738	4.2
BA-176-3	3	2017	N-432	4	10.520	4.2
E-222-0	0	2017	N-432	8.11	7.308	5.1
BA-63-3	3	2017	N-432	22	4.034	10.8
BA-62-2	2	2017	N-432	25.84	4.789	10.8
BA-45-3	3	2017	N-432	37	2.902	12.2
BA-60-2	2	2017	N-432	44.93	3.684	12.2
BA-47-3	3	2017	N-432	55	2.764	10.1
BA-48-1	1	2017	N-432	57.31	4.706	10.2
BA-219-3	3	2017	N-432	66.6	5.093	8.9
BA-50-3	3	2017	N-432	69.1	3.731	8.9
BA-374-2	1	2017	N-432	72.2	13.576	8.9
BA-6-1	1	2017	N-432	79.05	6.998	11.6
BA-375-3	3	2017	N-432	79.65	3.710	11.6
BA-337-3	3	2017	N-432	81	3.018	11.6
BA-52-3	3	2017	N-432	81	2.933	11.6
BA-349-3	3	2017	N-432	113	3.225	16.5
E-223-0	0	2017	N-432	117.44	3.336	16.5
BA-53-3	3	2017	N-432	135	2.501	11.6
BA-345-3	3	2017	N-432	147	2.245	16.1
BA-54-2	2	2017	N-432	156.02	2.599	16.1
CO-50-3	3	2017	N-432	165	2.164	9.8
CO-220-3	3	2017	N-432	172	2.533	13.7
CO-51-3	3	2017	N-432	189.1	3.912	9.9
CO-3-1	1	2017	N-432	194.26	5.062	9.9
CO-53-3	3	2017	N-432	210	3.782	13.8
CO-214-3	3	2017	N-432	222.4	4.580	13.8
E-51-0	0	2017	N-432	223.49	8.156	13.8
CO-380-3	3	2017	N-432	231.2	7.574	13.8
CO-55-3	3	2017	N-432	233.4	7.209	13.8

ESTACIÓN	CATEGORÍA	AÑO	CTRA.	PK.	IMD	% PESADOS
CO-219-3	3	2017	N-432	240	9.005	11.1

Climatología.

La zona de estudio se encuentra situada en las provincias de Badajoz y Córdoba, en general, pertenecen a provincias continentales, pero atenuada la primera en su borde occidental por la influencia del aire húmedo que ocasionalmente llega del Atlántico, asociado a los sistemas nubosos que penetran por territorio portugués. Las masas de aire cálido que proceden de África no encuentran barrera orográfica alguna en su recorrido desde el Golfo de Cádiz hasta Córdoba y es en ese mismo recorrido por la costa africana cuando recogen la humedad que el océano les proporciona, convirtiéndose en masas de aire húmedas y cálidas. Por lo tanto cuando descargan sus precipitaciones lo hacen de manera continuada y abundante, pero ya en la zona en cuestión estas masas de aire se encuentran deshidratadas.

Tiene inviernos suaves, frente a veranos muy secos y calurosos; el periodo de lluvias suele desarrollarse en otoño y primavera. No obstante dependiendo de la comarca, por condicionantes de tipo orográfico y fluvial, podría clasificarse el clima como mediterráneo.

La franja norte de la zona de estudio obedece a la región climática mediterránea, que se caracteriza en años normales por poseer altas precipitaciones y bajas temperaturas durante el invierno, que contrastan con veranos muy secos y calurosos, marcando un fuerte contraste que queda de manifiesto en los cursos de agua, que presentan una gran estacionalidad anual, en periodos normales; si bien cabe también destacar, que periódicamente, aunque no con una gran precisión, se padecen sequías que pueden llegar a alcanzar varios meses y años

La zona de estudio central y sur corresponde a clima continental, tiene inviernos suaves, frente a veranos muy secos y calurosos.

Hay actividad tormentosa en junio y septiembre especialmente en zonas montañosas próximas a los embalses de regadío.

El verano es largo, caluroso y duro de mayo a septiembre, con máximas absolutas de 41º a 44º y mínimas que no bajan de los 22º. Las lluvias de verano son prácticamente nulas, salvo algunos chubascos tormentosos aislados.

Los vientos del sur, que en ocasiones provienen de la zona del Sahara, llegan muy deshidratados y cargados de polvo a la región. Los vientos de procedencia mediterránea, del E y SE, llegan ya muy cálidos con un efecto terral. Salvo la favorable influencia de los temporales atlánticos, vientos W y SW, la zona tiene marcados efectos continentales con ambientes extremos y excesos hacia el calor y hacia el frío.

La precipitación anual media en la zona de estudio es del orden de 500 a 600 mm, siendo las comarcas más secas la Tierra de Barros y las Vegas del Guadiana así como la zona perteneciente a la provincia de Córdoba. Las abundantes precipitaciones en otoño y los veranos tan secos originan que el régimen de los ríos presente fuertes contrastes, pasando de tener cauces secos a provocar inundaciones.

Modo de gestión Todas las alternativas serán del tipo de carretera libre.

3. CLASIFICACION DE LOS ITS

Una determinada vía, en este caso tipo Autovía, podrá o deberá disponer de uno o varios sistemas, cuya misión será por lo general dar servicio a una serie de funciones de interés público: el control del tráfico y la gestión de la seguridad viaria, la seguridad en condiciones especiales, la conservación y el control del estado físico de la carretera; la gestión de los ingresos y pagos que quepa realizar en función de su uso; y la gestión ambiental de la vía, especialmente de algunas de sus externalidades.

La clasificación de los ITS se ajustará a la tipología de referencia siguiente, que sigue una división en dos niveles: dominio (general) y función (específica) ITS.

- GV: Explotación y gestión vial en general
 - Gestión ordinaria de la vialidad
 - Control de vehículos especiales y tráfico de mercancías peligrosas
 - Respuesta frente a accidentes y auxilio en ruta
- SE: Seguridad en condiciones especiales
 - Ayuda a la vialidad invernal
 - Control integral de la seguridad en túneles
 - Aparcamiento seguro para vehículos comerciales
- CC: Conservación y control del estado de la carretera
 - Control del estado físico de calzada y plataforma
 - Control del estado físico de túneles y estructuras
 - Control del estado físico de desmontes y terraplenes
- GP: Gestión de peaje o Peaje electrónico y otras modalidades de pago o Peaje en sombra
- GA: Gestión ambiental o Control del ruido o Control de emisiones

4. MODELO DE REFERENCIA O ESTRUCTURA GENERAL DEL CONTEXTO ITS

Se incluye la descripción de la arquitectura de sistemas del contexto ITS de la vía, siguiendo el modelo de referencia estándar de dos niveles. Se especificarán de acuerdo con el modelo anterior los siguientes elementos relativos a la estructura del contexto ITS de la vía objeto de estudio:

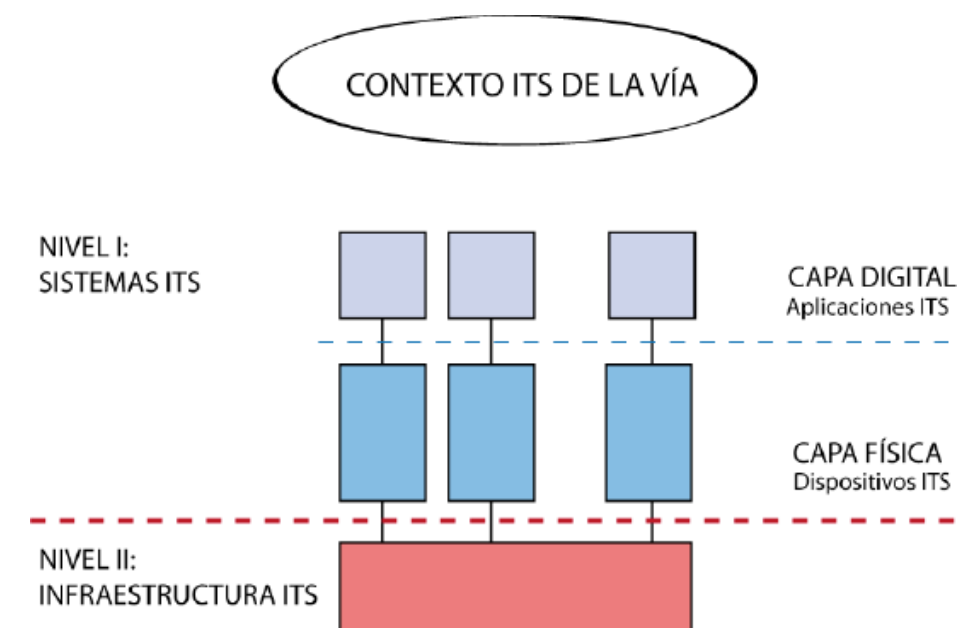
4.1. DIAGRAMA GENERAL DEL CONTEXTO ITS

Los ITS de una vía tienen una estructura basada en un modelo de referencia con dos niveles:

- Nivel I: Sistemas ITS: Constituido por los sistemas ITS a desplegar en la carretera, orientados en particular a un dominio funcional específico.
- Nivel II: Infraestructura ITS. Formado por los elementos de uso común al servicio de todos los sistemas de la infraestructura, constituida normalmente por las redes de comunicaciones y el centro de procesamiento y control de la vía ó tramo en cuestión.

Los sistemas de Nivel I tendrán dos capas diferenciadas en función de su naturaleza. La primera estará formada por las aplicaciones ITS y los datos que éstas gestionan (capa digital), mientras que la segunda capa corresponderá a los dispositivos ITS, equipos o componentes físicos asociados específicamente a cada sistema en particular (capa física). Las aplicaciones y dispositivos de cada uno de los sistemas ITS que conforman el contexto de la vía efectuarán normalmente un uso compartido de los elementos de nivel II, es decir de la infraestructura ITS.

Una descripción más detallada del modelo de referencia que se emplea para la definición del contexto ITS se incluye en el dibujo siguiente:



Nota Servicio 1/2014

4.2. ELEMENTOS DE NIVEL I: SISTEMAS

4.2.1. Capa digital: aplicaciones y datos ITS

Debido a las características del estudio informativo, la definición de los sistemas de la capa digital al respecto de los elementos de Nivel I del contexto ITS no pueden ser descritos con el detalle preciso debido a las indefiniciones existentes en esta etapa del diseño.

Los elementos de la capa física se conectarán por medio de una red general de comunicaciones que sostenga el intercambio de información por la infraestructura y esto será gestionado por sistemas y aplicaciones de gestión de ITS que regularán la administración, operación y mantenimiento de los elementos señalados.

De forma genérica, los sistemas necesarios estarán centralizados en un centro de control externo donde se podrán visualizar las cámaras de CCTV y generar los patrones de los Paneles de señalización Variable (PMV). Las aplicaciones suelen estar basadas en modelos SCADA sobre tecnología TCP/IP que utilizan las direcciones MAC para realizar una conexión directa con los elementos de la red que administran los controladores de los elementos finales. En este punto, es básico que la planificación de las aplicaciones tenga en cuenta las tecnologías propietarias de cada elemento para que no se produzca una incompatibilidad tecnológica.

4.2.2. Capa física: dispositivos ITS

La capa física de los dispositivos comprende los sensores, cámaras y elementos que componen de manera física un diseño de ITS.

Los elementos se agruparán en una serie de puntos estratégicos dependiendo de su función con el objetivo de disminuir los costes de instalación, operación y mantenimiento. Estos grupos contarán con un armario centralizado donde se dispongan todas las conexiones físicas tanto a nivel de dispositivos ITS como de comunicaciones, que serán interconectados con el centro de procesamiento y control a través de un ERU (estación remota universal).

4.3. ELEMENTOS DE NIVEL II: INFRAESTRUCTURA

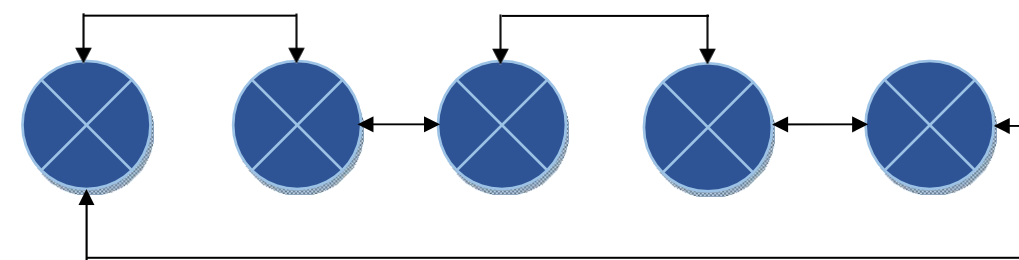
La arquitectura de las redes de comunicaciones se compone de una red general de ITS. Las redes generales de comunicaciones de cada alternativa de estudio deberán permitir la integración de múltiples servicios:

- Comunicaciones de datos.
- Vídeo en tiempo real.

Se propone que la red de comunicaciones para los ITS tenga una arquitectura multinivel en topología anillo, situando los nodos de primer nivel en puntos donde exista concentración de equipos y conectando el anillo a la red general mediante redundancia de comunicaciones.

4.3.1. Topología

La topología propuesta para las redes principales y de campo es la siguiente:



Como se observa en el esquema, cada uno de los nodos tiene una redundancia de comunicaciones que permite que ante un problema que suceda en la red general se pueda asegurar la transmisión por la misma.

4.3.2. Redundancia

Se prevé una redundancia basada en un doble anillo de fibra óptica, de modo que cada nodo cuente con un mínimo de 2 puertos entrada/salida (4 fibras ópticas).

Con esta topología se garantiza que la red esté preparada contra fallo de uno de los equipos de enlace de fibra óptica o rotura de las fibras en uso. En caso de apertura del anillo, el sistema sería capaz de identificar el fallo reencaminando las comunicaciones por el camino alternativo.

En todo caso, se recomienda que los distintos equipos de la totalidad de la red estén preparados para incrementar los niveles de redundancia en otros tramos, sin que ello suponga la sustitución de los equipos instalados.

Se prevé que los nodos de comunicaciones de segundo nivel, situados en los ERU, cuenten con fuentes de alimentación redundantes y alimentación bajo UPS (Uninterrupted Power System o SAI, sistema de alimentación ininterrumpida).

4.3.3. Configuración de los nodos

Todos los nodos deberán tener una configuración modular, pudiendo ser ampliables en al menos el doble de la capacidad.

4.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES GENERALES

Por cada uno de los sistemas ITS que forman el contexto ITS de la vía, se identifican los requisitos funcionales básicos que son de aplicación al caso.

4.4.1. Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión propuesto estaría formado por un conjunto de cámaras móviles con zoom que permitan realizar la supervisión tiempo real, desde el Centro de procesamiento y control (CC) de la alternativa, de los puntos potencialmente más conflictivos del trazado, como pueden ser las intersecciones o las zonas donde sea frecuente la presencia de incidentes que puedan afectar al tráfico.

En el Sistema CCTV, tanto la señal de vídeo de las cámaras como las señales de telemando y sincronismo se transmitirán al Centro de control a través de cable de F.O. monomodo. Las señales de vídeo y telemando de las cámaras IP, se conectarán a través de la red de F.O. al switch más cercano para su distribución a través de una VLAN hasta el Centro de control. Para ello, se utilizarán conversores de medio Ethernet/F.O.

En el Centro de control, las cámaras serán controladas por una matriz de vídeo virtual de última generación que se encuentre integrada dentro del Sistema Centralizado de Control. La matriz de vídeo virtual de encargará de controlar desde los permisos de visionado hasta el telemando de las cámaras pasando por el control de grabación y reproducción.

4.4.2. Estación de toma de datos (ETD)

El sistema para obtener el conteo se basa en sensores piezoeléctricos y lazo inductivos ubicados en la vía. La configuración de los puntos de conteo y clasificación de vehículos es de dos espiras electromagnéticas y un piezoeléctrico de clase II intercalado entre ambas espiras.

El elemento de detección es la espira inductiva enterrada en el asfalto, que se conecta a un detector capaz de analizar la perturbación de un campo magnético producido ante la presencia de una masa metálica sobre ella. Estos detectores generan una señal (cierre de contacto) cuando un vehículo se sitúa encima del bucle al cual están conectados.

Los sensores piezoeléctricos se emplean para la clasificación de vehículos mediante la detección precisa del número de ejes.

Las Estaciones de Toma de Datos (ETD's) son las encargadas de captar la información y procesarla de tal manera que sea comprensible y útil. El sistema de detección, además de contar con la ETD, consta de otros elementos auxiliares que transforman la realidad física del paso de un vehículo en una señal eléctrica (digital, 0-5 voltios). Estos son:

- Sensor de tipo inductivo o espira, enterrada bajo el pavimento de la calzada.
- Detector electromagnético, tarjeta electrónica en formato rack, encargado de acondicionar la señal procedente del sensor y transmitirla a la ETD.
- Sensor piezoeléctrico
- Detector correspondiente encargado de acondicionar la señal procedente del sensor piezoeléctrico y transmitirla a la ETD.
- Estación de Toma de Datos (ETD), cuya función es la de procesar las señales procedentes de los detectores. La ETD podrá cumplir dos funciones diferentes: conocimiento exacto del tipo y aforo de tráfico, para finalidades estadísticas, y la detección de incidentes.

La ETD se caracteriza por correr sobre una plataforma muy robusta y potente, un PC industrial, con un sistema operativo en tiempo real.

4.4.2.1.1 PRESTACIONES DEL SISTEMA

El equipamiento debe proporcionar al menos los siguientes datos:

- Velocidad (km/h)
- Volumen de tráfico (número de vehículos)
- Clasificación de vehículos (según la tabla siguiente)
- Separación entre vehículos (m o s)
- Intensidad (vehículos/hora)
- Número de ejes
- Distancia entre Ejes (mm)
- Longitud del vehículo (mm)

Cada una de las variables anteriores deberán ser obtenidas por calzada y por carril.

Además de elaborar los datos, la ETD detecta automáticamente y envía un mensaje informando a la ERU, ante los siguientes eventos:

- Presencia de motocicletas.
- Congestión. Se utiliza el algoritmo HIOCC (High Occupancy Algorithm) o similar.
- Vehículo en sentido contrario.
- Cambio automático del sentido de la circulación. A partir del cambio directo-inverso, se calculan los parámetros igual que en el sentido directo. También se detecta automáticamente la vuelta al sentido de circulación directo.
- Velocidad: $\pm 1.5\%$
- Rango de velocidad para conteo y clasificación: 1 a 250 Km/h

4.4.2.1.2 TRATAMIENTO DE DATOS

La ETD debe tener la capacidad de almacenamiento de datos y envío agrupado a la ERU. De esta forma se limita el número de conexiones entre la ETD y la ERU, ocupando menos tiempo la red de datos y distribuyendo el tiempo de tratamiento de datos de la ERU.

Ante una pérdida de comunicación entre la ETD y la ERU debe de ser capaz de almacenar varios ficheros agrupados. Todo el equipamiento de recogida automática de datos de tráfico estará directa y permanentemente integrada en el Centro de procesamiento y control.

4.4.2.1.3 CONFIGURACIÓN.

La ETD ha de poder ser configurada o reconfigurada tanto en local (mediante el terminal de mantenimiento) como desde la ERU.

La configuración se ha de mantener en soporte permanente de manera que esta no se pierde ante un apagado del equipo.

Ante ausencia de configuración la ETD ha de poder dialogar con la ERU y esta proporcionarle la configuración necesaria.

La ETD debe pedir la Fecha/hora a la ERU para su sincronización. También proporcionara la Fecha/hora a la ERU bajo petición.

- El equipo ha de tener almacenado de forma permanente información que lo identifique y diferencia del resto. Para ello se han de utilizar los aspectos de Fabricante.
- Modelo.
- Versión.
- Esta información ha de poder ser suministrada a la ERU bajo demanda.

4.4.2.1.4 COMUNICACIÓN.

Este equipo se comunica con la Estación Remota Universal (ERU), bien mediante conexión lógica si la ETD se encuentra integrada (ETDI), bien con conexión física como periférico (vía Ethernet 10/100 Base-T) si se encuentran alejadas.

También debe proporcionar comunicación en local con terminal de mantenimiento mediante cable cruzado o similar.

4.4.2.2. Estación meteorológica. (EM)

Las condiciones meteorológicas y circunstancias medioambientales a lo largo del trazado tales como lluvia, viento, visibilidad reducida, etc., generan estados degradados de la circulación y del estado del pavimento que, a menudo, ocasionan accidentes con un alto coste humano, social y económico.

Para una conducción más segura, con la consiguiente reducción del riesgo de accidentalidad, es necesario conocer en tiempo real el estado climatológico de la red viaria, precisándose para ello un equipamiento auxiliar, la Estación Meteorológica (EM), capaz de captar y medir los agentes atmosféricos. Estos sistemas tienen que seguir las recomendaciones de la World Meteorological Organization (WMO) y ajustarse a las especificaciones de la normativa aplicable. Los sensores con los que debe contar son:

- Sensores de viento, de tipo anemómetro, que proporciona la velocidad del viento, y veleta, que proporciona su dirección.
- Sensores de temperatura y humedad.
- Barómetro, que determina la presión atmosférica.
- Pluviómetro, que mide el volumen de precipitación caída y su intensidad.
- Visibilímetro, que proporciona la visibilidad ó rango visual en metros.

La estación meteorológica recoge estos datos y los envía periódicamente y bajo demanda al Centro de control para efectos estadísticos en el tiempo que tenga configurado. Además, las EM's son capaces de alertar ante situaciones medioambientales que puedan afectar de forma radical a las condiciones de rodadura de la calzada.

Tanto la estación meteorológica como los sensores asociados deberán tener una construcción robusta que les asegure una buena protección frente a las inclemencias del tiempo y disminuya así las visitas de mantenimiento.

Para poder recibir y tratar las señales de los sensores asociados, será modular, teniendo la posibilidad de añadirle otros sensores, realizando por lo menos la medida de hasta 32 parámetros.

4.4.2.2.1 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

No será necesario que este sistema disponga de alimentación ininterrumpida.

4.4.2.2.2 COMUNICACIONES.

Cada EM se conectará a la red de datos de campo mediante protocolo TCP/IP.

4.4.2.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES

La estación meteorológica llevará a cabo la toma de mediciones de los sensores a ella asociados. Mediante el procesado y análisis de los datos obtenidos.

Una vez procesados los datos, los enviará a la estación remota asociada para ser transmitido al Centro de Control. En el caso de funcionamiento degradado será la propia estación remota la que gestione las alarmas meteorológicas mandando los correspondientes mensajes a los paneles alfanuméricos y gráficos a los que tenga acceso y a las otras estaciones remotas afectadas.

- Cumplirá la Norma UNE 135441 "Equipamiento vial para carreteras. Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras".
- Unidad central de proceso: Microprocesador Intel 8031 o similar.
- Interrogación de sensores: Intervalo programable.
- Sensores Meteorológicos: Dirección y velocidad del viento.
 - Visibilidad.
 - Precipitación.
 - Detección de hielo en la calzada.
 - Temperatura y humedad del aire.

- Proceso de datos: Muestreo, promedio suma, máximo y mínimo de los parámetros meteorológicos
- Temperatura: -40º C a 55º C.
- Protección: IP65
- Deberá disponer de protecciones en la línea de comunicaciones y en la alimentación.

4.4.2.2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SENSORES

Barómetro

Sensor que proporciona el valor de Presión Atmosférica (hPa).

Sensores de viento

Los anemómetros nos proporcionan el valor de la resultante horizontal de la velocidad, midiendo un número de pulsos en la unidad de tiempo, y dando el valor de la velocidad en m/s (metros/segundos).

- Las veletas proporcionan la dirección del viento medida en grados sexagesimales (correspondiendo 0º al norte geográfico).
- Anemómetro
- Velea

Pluviómetro

El pluviómetro mide la cantidad de precipitación en 1/m2 ó mm de precipitación. El principio de medida será por cazoletas basculantes o cualquier otro que cumpla las especificaciones descritas a continuación.

La calefacción será obligatoria en el pluviómetro, excepto cuando se demuestre que el principio de medida en el que está basado no lo requiera.

Visibilímetro

El visibilímetro deberá proporcionar la visibilidad (o rango visual) en metros.

Principios de medida:

Los visibilímetros pueden ser divididos en dos grandes grupos, forward-scatter o back-scatter.

Ambos tipos de sensores hacen un muestreo de una pequeña fracción del ambiente o el camino que recorre la luz a través del aire. Ambos tipos de sensores producen luz (visible o no-visible/infrarroja) y miden la cantidad de luz que ha sido recibida por un conjunto de detectores. Si hay "algo" en el aire

(niebla, humo, lluvia, nieve, etc) que deflece la luz, entonces la luz transmitida a través del aire decrece y la luz que es dispersada aumenta. La cantidad de luz dispersada depende del número y del tamaño de partículas que haya en el aire. La cantidad de luz dispersada y recibida por los detectores puede ser calibrada y comparada con la visibilidad.

Ambos tipos hacen un muestreo de solamente una pequeña cantidad de aire, y después “deducen” el grado de visibilidad para largas distancias.

Será necesario que el visibilímetro disponga de un dispositivo que evite la condensación sobre la ventana, deberá disponer de protecciones eléctricas y deben estar fabricados con materiales capaces de soportar condiciones ambientales hostiles.

Temperatura y humedad

Para la medición de la temperatura se pueden usar diferentes tipos de sensores que basan su principio de funcionamiento en una variación de la resistencia eléctrica proporcional a la temperatura aplicada.

Principio de funcionamiento:

Los sensores de temperatura pueden ser de diversa naturaleza, pero por lo general basan su principio de funcionamiento en una variación de la resistencia eléctrica que es función de la temperatura. También deben tomarse en consideración otros tipos de dispositivos, como los electrónicos de estado sólido (circuitos integrados que realizan la función de medir temperatura) y los termopares, que se basan en una diferencia de tensión entre dos metales con los extremos unidos.

El principio básico de medida de la humedad se basa en la variación de la capacidad del dieléctrico del sensor. El dieléctrico es una lámina de polímero fino que absorbe o exuda vapor de agua según que la humedad relativa del ambiente varíe. Las propiedades dieléctricas de la lámina del polímero dependen de la cantidad de agua contenida en ella. Es decir, si varía la humedad, también lo hace la capacidad del sensor. La electrónica del dispositivo se encarga de registrar esta variación y de convertirla en una medida de humedad.

- La temperatura del aire se mide en grados centígrados ($^{\circ}$ C)
- La humedad relativa se mide en tanto por ciento (%)

Piranómetro

La medida se realiza en vatios/metro cuadrado (W/m²)

Los piranómetros están formados por un fotodiodo, una cubierta y un cable. El fotodiodo enlaza con una resistencia para generar una tensión de salida. El fotodiodo está encapsulado en el alojamiento de tal manera que tiene un campo de visión de 180 grados, y sus características angulares tienen una respuesta cosenoidal. Una respuesta cosenoidal perfecta mostraría la sensibilidad máxima

Otros sensores:

- Detector de tiempo presente
- Detector de tipo de precipitación

4.4.2.3. Elemento de señalización variable

El subsistema de señalización variable permitirá informar al usuario de la vía sobre de las condiciones de tráfico, concretamente con información de congestión, trabajos en carretera (cierres de carril, desvío de ruta, etc.), accidentes, condiciones climatológicas que afecten a la conducción, eventos (acontecimientos deportivos destacados, ferias, etc.) o información de otras rutas alternativas.

El sistema de señalización está basado en un sistema dinámico que permita variar la información emitida a los usuarios en función de las circunstancias particulares que en cada momento se den en el viario.

El subsistema de señalización variable constará de Tablero de mensaje variable de 3 líneas alfanuméricas de 18 caracteres de 320 mm de altura y 1 pictográfico FULL COLOR de 64x64 píxeles instalados sobre pórtico visitable.

4.4.3. Panel de señalización variable (PMV)

Está formado por:

- LED
- Píxel
- Placas visualizadoras
- Alimentación eléctrica
- UPS
- Sistema de baterías
- Sistema de ventilación
- Sistema de comunicación
- C.P.U.
- Componentes mecánicos

Pórtico visitable o banderola

4.4.3.1.1 PROTECCIONES

Se contará con las correspondientes protecciones contra sobretensiones y corrientes de rayo para los

elementos de señalización, en armario o Tablero.

4.4.3.1.2 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.

Para evitar la pérdida de servicio de los Tablero de mensaje variable ante la falta de alimentación eléctrica, este tiene que estar provisto de alimentación ininterrumpida (UPS) con una autonomía mínima de 1h.

Dicha alimentación ininterrumpida tiene que dar servicio al Tablero y al equipo de comunicaciones, si estuviese en la misma ubicación.

4.4.3.1.3 COMUNICACIÓN.

Este equipo se conectará a la red IP de campo a través de los equipos de comunicaciones de nivel 2. Además, dispondrá de una conexión RJ45 para el Terminal de Mantenimiento.

4.4.3.1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES

Los mensajes que se visualizarán en los paneles pueden clasificarse en dos tipos:

- Información de carácter general (obras, estado del firme, visibilidad, condiciones meteorológicas que afecten al deslizamiento).
- Información de datos obtenidos por los sistemas de vigilancia de las carreteras (accidentes, retenciones, eliminación o cambio de carril, velocidad aconsejable)

Para su ubicación se deberá tener en cuenta su compatibilidad con la señalización fija, para que mutuamente no se estorben en visibilidad.

4.4.3.2. Seguridad y aislamiento eléctricos:

- Protección frente a descargas mediante aislamiento de elementos.
- Las puertas disponen de un sistema de conexión, que garantiza la unión eléctrica en todo el perímetro de ellas y la carcasa.
- Acondicionamiento térmico y sistemas de calefacción:
- Dispone de un sistema de calefacción que asegura su funcionamiento dentro de los rangos de

temperatura T1 y T2 definidos anteriormente.

- Sistema de control y evacuación de la humedad, por medio de un sensor.
- Dispositivos para la monitorización de la temperatura.

4.4.3.3. Prestaciones funcionales

Se proponen las siguientes prestaciones funcionales.

Comunicaciones:

- El panel dispondrá de dos tipos de comunicaciones.

Control de Luminancia:

- Sensores de luminosidad ambiente anterior y posterior.
- El control de la luminancia.
 - Programación manual desde el Centro de control.
 - Gestión automática por el propio software del panel.

Sensorización:

- Lectura de corriente de las fuentes de alimentación.
- Comprobación de contador de potencia.
- Comprobación de activación de contador de potencia.
- Sensor de temperatura.
- Control de placa y píxel tanto en zona gráfica como en alfanumérica.
- Totalizador del envejecimiento (basado en las curvas tiempo-corriente-temperatura) de cada uno de los puntos/colores.
- Detección del estado del sistema de baterías en sus modos de estado carga, de carga de baterías 100 %, de descarga de baterías y de baterías bajas (sólo modo descarga).
- Almacenamiento de textos y gráficos variables en memoria no volátil.

Alarmas:

- Puerta abierta.
- Exceso de temperatura.
- Error en estructura de texto activo y en memoria alfanumérica.
- Batería totalmente cargada.
- Error interno del hardware.
- Corrupción de memoria de textos y gráficos.
- Fallo en fotocélula.
- Fallo de tensión en la red.

- Fallo de la tensión del LED.
- Fallo en activación de contactor de potencia y de fuente de potencia parada.
- Baterías bajas (sólo modo descarga).
- Píxel con avería de una placa siempre encendido y/o apagado.

Fuentes de Alimentación y Consumo:

- Interruptor general accesible para mantenimiento.
- Elementos de potencia aislados del resto de componentes.

Sistema de Baterías:

- Permiten un funcionamiento mínimo de 60 minutos.
- Información y alarmas de baterías:
 - Tensión total de las baterías.
 - Señal de control de funcionamiento de baterías.
 - CARGA: Señal informativa de modo de funcionamiento de carga de baterías.
 - FALLO TENSIÓN: Señal informativa de fallo de tensión general de sistema, modo descarga de baterías.
 - PARO FUENTE: Señal de paro de sistema para protegerlo de descarga excesiva de baterías.

4.4.3.4. Sonómetro

El sonómetro debe reunir todos los requisitos para la medición de ruido y el análisis de frecuencia cumpliendo con las normativas (clase 1 EN/IEC 61672, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.43-1997 EN/IEC61260, etc.). Se deben registrar los valores a lo largo del tiempo en tiempo real. No es necesario repetir las mediciones en caso de que surjan durante el tiempo de medición ruidos molestos. Puede borrar tales anomalías hasta 20 segundos. Los valores se ajustarán correspondientemente. Todos los modelos se envían a la memoria para el registro de datos. Los ámbitos típicos de uso de este aparato son la medición del ruido en puestos de trabajo, el cumplimiento de normativas, detección de ruido ambiental, selección de protección acústica, selección de medidas para combatir el ruido y cálculo de la exposición de ruido.

4.4.3.5. Subsistema de control distribuido (ERUs)

El control de las instalaciones de la vía se realizará desde la aplicación de control centralizado, que recoge toda la información procedente de los equipos de campo. Los equipos con los que se comunica el Centro de control en campo son las ERUs que a su vez se comunican con el resto de equipamiento.

Las ERUs, por tanto, son equipos que forman parte de un sistema global y que se enmarcan en el nivel intermedio en la jerarquía de la arquitectura de control. Desde este punto de vista, la ERU está concebida como un “Servidor” proveedor de servicios, donde la aplicación de la Sala de Control es un “Cliente”. Las diferentes estaciones Remotas adquieren los datos de los diferentes equipos instalados, los procesa y los transmite al Centro de control.

Desde el momento que se aborda o concibe una ERU como un “Servidor” proveedor de servicios, aparece la figura del “Cliente” o aplicación que desde el Centro de control accede al Servicio y el “Protocolo Aplicativo de ese Servicio” que rige y conforma el dialogo que ambos pueden mantener.

Visto así la ERU, el añadir o quitar un “Servicio” consistirá en dotarla del paquete de soporte lógico que lo soporta, es decir, construye como un cúmulo de piezas de soporte lógico (Servicios); de ahí el concepto de Multiservicio-Multiprotocolo, es decir, cada servicio es soportado por su propio protocolo del servicio. Estos servicios son los que utiliza el Centro de control para actuar con el equipamiento instalado en la alternativa seleccionada a través de ellas.

La red de comunicaciones interconecta las ERUs para el control de las distintas instalaciones, mediante un sistema integrado de gran velocidad de proceso, con ERUs multifunción.

Las ERUs se conectan a través de la red general de comunicaciones con los elementos superiores de gestión y control y con el Centro de procesamiento y control.

5. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

De cara a la valoración de estos sistemas se han establecido los siguientes criterios de implantación de instalaciones:

TIPO ITS	SUBTIPO	OBSERVACIONES
SISTEMA CCTV	Cámara	2 por cada intersección de carreteras/por tramo/5 km
SISTEMA DE DETECCIÓN DE AFORO VEHICULAR (ETD)	Sensores de aforos	1 por cada sentido (menos de 10 km)
SISTEMA SEVAC-ESTACIÓN	Multisensor climatológico	1SEVAC por tramo
METEOROLÓGICA	Sonómetro	1 por cada tramo de 25 km
SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DINÁMICA (pmv)	Panel banderola	Al menos uno por cada sentido y salidas especiales
ENERGÍA ITS	Suministro e instalación de SAI	1 por cada ERU

	Suministro e instalación acometidas eléctricas para ITS	1 por cada agrupación de elementos ITS
ERU'S	Gabinete inteligente remoto	1 por cada agrupación de elementos ITS en Pk similar
COMUNICACIONES	Comunicaciones remotas	1 por cada tramo (hasta 75 km)
PROYECTO	Proyectos constructivo	1 por cada tramo (hasta 75 km)

6. NORMATIVA DE REFERENCIA

6.1. NORMATIVA LEGAL

- RD-662/2012.
- Ley Orgánica 15/2007.
- Ley 21/2007.
- Ley Orgánica 15/2003.
- Ley 55/1999.
- RD – 596/1999.

6.1.1. NORMATIVA TÉCNICA GENERAL

- UNE-CEN ISO/TS 17426:2016.
- UNE-EN 302571 V1.2.1.
- UNE-EN 302686 V1.1.1.
- UNE-EN 302571 V1.1.1.
- NFPA 70, National Electrical Code (2011).

- Norma EN 12966 “Señales verticales para carreteras. Señales de tráfico de mensaje variable”.
- Norma EN 135441 “Equipamiento vial para carreteras. Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras”.
- Norma EN 12368 “Equipos de regulación de tráfico: semáforos”.
- Norma UNE 135421 “Equipamiento para señalización vial. Estaciones de toma de datos”.

6.1.2. NORMATIVA ESPECÍFICA DE LA D.G. DE CARRETERAS

- Nota de Servicio 1/2014. Recomendación sobre la especificación de requisitos ITS,
- Nota de Servicio 1/2017. Planificación y colocación de estaciones de aforo en nuevas carreteras.

6.1.3. OTRAS DISPOSICIONES Y SITUACIÓN ACTUAL

- EU ITS-DIRECTIVE GT56 SPAIN.
- DIRECTIVA 2010/40/UE.
- Proyecto de Norma N-CSV-CAR-6-01-007/11: Instalaciones de fibra óptica. Tributos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras en operación.
- Proyecto de Norma N-CSV-CAR-6-01-008/11: Instalaciones de fibra óptica. Registros para tritubos para fibra óptica de carreteras en operación.
- Publicaciones y normas del Electronic Industries Alliance (EIA).
- Publicaciones y normas del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Publicaciones y normas del International Telecommunication Union (ITU).
- Publicaciones y normas del National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- EU ITS-DIRECTIVE GT56 SPAIN – 28/08/2014. Spain ITS Report 2014
- Estrategia de seguridad vial 2011-2020 (DGT).



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES,
MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS
DEL ESTADO EN EXTREMADURA

