



PROYECTO DE URBANIZACIÓN FASE 11  
SECTOR CLAVE 5.2  
ESCATRÓN | ZARAGOZA



ENERO 2022

*"El formato, ideas, formulas y diseño, y demás elementos integradores son propiedad de los redactores del presente documento y concretamente de DEURZA (Desarrollos Urbanísticos de Zaragoza, S.L), por lo que queda totalmente prohibido, a expensas de su autorización, su uso más allá del necesario para lograr los fines derivados de su encargo y contratación. Asimismo, queda prohibida su copia, distribución o uso por terceros a efectos de elaboración de documentos de similares características, reservándose la parte autora el derecho a emprender cuantas acciones legales fueran pertinentes para la defensa de su trabajo y contenido intelectual".*

## Contenido

1	GENERALES.....	3
1.1	OBJETO.....	3
1.2	INICIATIVA.....	4
1.3	EQUIPO REDACTOR.....	4
1.4	ANTECEDENTES Y FECHA DE APROBACIÓN DE LA FIGURA DE PLANEAMIENTO QUE DESARROLLA.....	5
1.5	UBICACIÓN.....	5
1.6	PLAZOS.....	6
2	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	7
2.1	ACTUACIONES PREVIAS.....	7
2.1.1	<i>Viales existentes. Actuaciones y demoliciones.....</i>	<i>8</i>
2.1.2	<i>Servicios existentes. Afecciones.....</i>	<i>12</i>
2.1.3	<i>Desbroce y limpieza.....</i>	<i>13</i>
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	13
2.3	TRAZADO DE VIALES Y SECCIONES TRANSVERSALES.....	14
2.3.1	<i>Categoría de tráfico pesado.....</i>	<i>14</i>
2.3.2	<i>Formación de explanada.....</i>	<i>15</i>
2.3.3	<i>Capas y espesores.....</i>	<i>16</i>
2.3.4	<i>Aspectos constructivos.....</i>	<i>20</i>
2.3.5	<i>Sección de firme.....</i>	<i>21</i>
2.3.6	<i>Trazado geométrico de ejes.....</i>	<i>21</i>
2.3.7	<i>Movimiento de tierras.....</i>	<i>24</i>
2.3.8	<i>Firmes y pavimentos.....</i>	<i>25</i>
2.4	RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, RIEGO E HIDRANTES.....	27
2.4.1	<i>Red existente y punto de conexión.....</i>	<i>28</i>
2.4.2	<i>Calidad de las aguas.....</i>	<i>29</i>
2.4.3	<i>Dotación de agua.....</i>	<i>31</i>
2.4.4	<i>Red de abastecimiento.....</i>	<i>34</i>
2.5	RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES.....	39
2.5.1	<i>Condiciones iniciales.....</i>	<i>39</i>

2.5.2	Red proyectada.....	40
2.5.3	Estudio pluviométrico.....	42
2.5.4	Cálculo de caudales de escorrentía .....	44
2.5.5	SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	49
	Dimensionamiento hidráulico .....	49
2.5.6	.....	49
2.6	RED ELÉCTRICA Y DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	57
2.7	RED DE GAS .....	57
2.8	RED DE TELECOMUNICACIONES.....	58
3	RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	59
4	ANEJO JUSTIFICATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS Y ORDENANZAS DE INCENDIOS.....	59
	4.1 DISPOSICIONES LEGISLATIVAS.....	59
5	ANEJO JUSTIFICATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS Y ORDENANZAS DE SUPRESIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS.....	61
	5.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA .....	61
	5.2 ÍTINERARIOS HORIZONTALES ACCESIBLES.....	62

## 1 GENERALES

### 1.1 OBJETO

El objeto del presente Proyecto de Urbanización es servir de base técnica para la tramitación y ejecución de las obras de urbanización de la fase II del Sector Clave 5.2 de Escatrón.

El ámbito cuenta con un proyecto de urbanización parcial, no del sector completo, aprobado inicialmente el 27 de julio de 2004 (BOPZ 7 de septiembre de 2004) y una modificación de éste para adaptarlo a la Modificación nº1 del Plan Parcial, aprobado también inicialmente el 30 de julio de 2008 (BOPZ 26 de agosto de 2008). Las obras en él relacionadas comprendieron la ejecución del vial de acceso al sector, la parcela industrial con todos los servicios necesarios y parte de la zona verde, y por ende se denominó a todos estos trabajos como fase I.

De este modo, el presente proyecto de urbanización comprenderá la fase II de actuación, y tiene por objeto completar las obras de urbanización del sector precitado.

Los objetivos básicos que se han tratado de cumplir son:

- Crear un vial de acceso adecuado a la zona industrial dando solución al tráfico rodado para que este sea adecuado y eficiente, y se ajuste a las necesidades reales de este sector.
- Dotar a la zona industrial de servicios necesarios, que permitan el desarrollo del sector por parte del inversor.
- Dar una definición geométrica en alzado a los ejes que minimice el movimiento de tierras y con ello el impacto ambiental y los costes de

construcción, favoreciendo las conexiones con el vial existente del entorno y las redes municipales.

- Resolver el saneamiento de la zona de forma unitaria.
- Poner en valor las zonas de protección que delimitan parte del sector.
- Diseñar un alumbrado urbano eminentemente eficiente, de bajos costes de mantenimiento y de escaso consumo energético, dentro de la normativa.
- Generar una zona de espacios verdes con vegetación adaptada a la escasez hídrica y sequedad edáfica del suelo que requiera escaso mantenimiento y poco consumo de agua para labores de riego.

## 1.2 INICIATIVA

El presente proyecto de urbanización se redacta a petición de la JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL POLÍGONO 5 DE ESCATRÓN, con CIF V99056681 y domicilio a efectos de notificación en la Plaza de España 3, Escatron (Zaragoza), cuyo único propietario resulta la entidad Ignis Generación, S.L (en adelante, La Propiedad)

## 1.3 EQUIPO REDACTOR

El Equipo redactor está formado por la arquitecta xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, número de colegiada xxxxx del Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón y xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx ingeniero industrial con número de colegiado xxxxx del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, como integrantes del equipo profesional de Desarrollos Urbanísticos de Zaragoza S.L. (DEURZA) con domicilio a efectos de notificación en la calle Joaquín Costa, número 8, 3ºderecha de Zaragoza.

#### 1.4 ANTECEDENTES Y FECHA DE APROBACIÓN DE LA FIGURA DE PLANEAMIENTO QUE DESARROLLA

El presente documento desarrolla la Modificación nº2 del Plan Parcial, la cual fue aprobada definitivamente por el Pleno del Ayuntamiento en su sesión celebrada el 21 de diciembre de 2020.

En dicho documento ya quedó establecida la ejecución por fases de la urbanización del sector, constatando la materialización de las obras ejecutadas en la primera fase, las cuales atendían al Proyecto de Urbanización de la Fase I, (aprobado inicialmente en el BOPZ de 7 de septiembre de 2004) y su modificado, tras la aprobación de la Modificación nº1 del Plan Parcial.

#### 1.5 UBICACIÓN

El ámbito objeto del presente proyecto pertenece al Sector Clave 5.2, ubicado en el término municipal de Escatrón, Zaragoza. Se trata, concretamente, de los terrenos comprendidos en el antiguo paraje de "La Éfesa", Polígono 5 de Concentración Parcelaria de dicho municipio, al Este del núcleo municipal. Está configurado entre el Río Ebro en su vertiente Norte y la carretera A-221 al Sur, coincidiendo su delimitación con la establecida en la Modificación Puntual nº7 de las Normas Subsidiarias.

Los límites del Sector Clave 5.2, son los siguientes:

- Por el Norte, limita con el Río Ebro.
- Por el Este, con caminos definidos tras la concentración parcelaria.
- Por el Sur, con caminos definidos tras la concentración parcelaria.
- Por el Oeste, con barranco perpendicular al Río Ebro.

## 1.6 PLAZOS

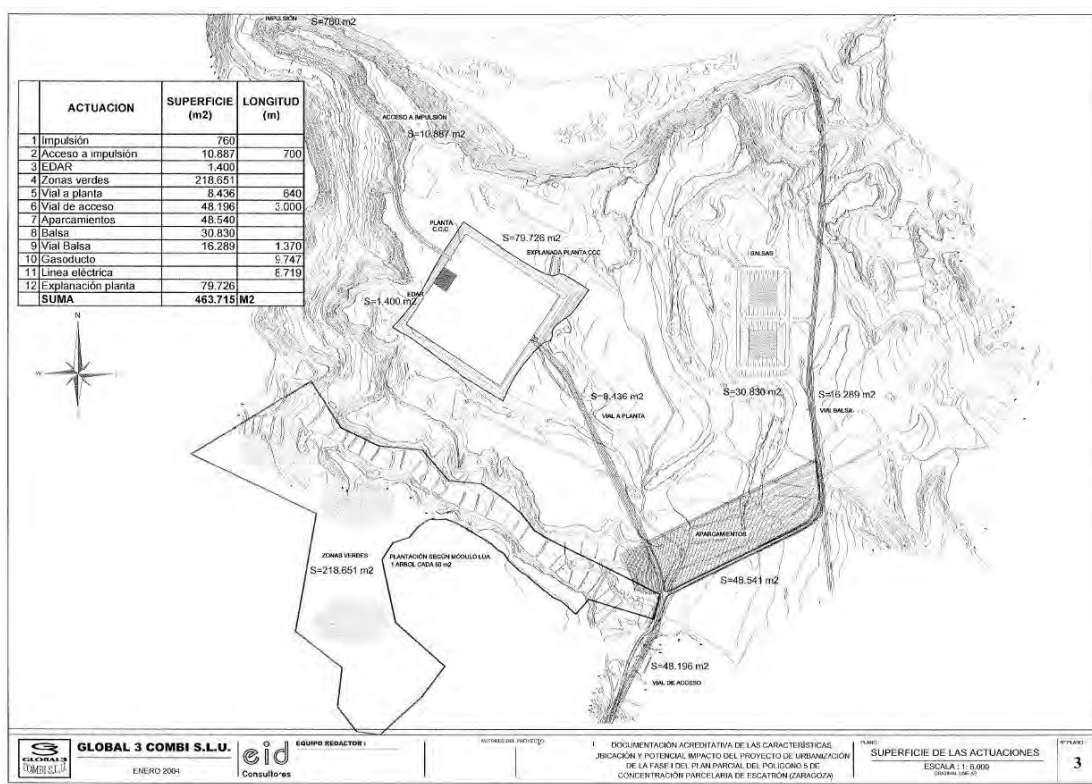
La Modificación nº2 del Plan Parcial establece un plazo de ejecución de dos años para que la Unidad de Ejecución concluya todas sus tareas urbanísticas e inste a la Administración a que recepcione las obras desde el momento de su aprobación final. De este modo, el presente proyecto se encuentra dentro de los plazos establecidos en las figuras de planeamiento que desarrolla.



## 2 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 2.1 ACTUACIONES PREVIAS

El sector, tal como se ha indicado anteriormente, cuenta con una primera fase de urbanización ejecutada, en la que se realizó el vial de acceso al sector, se acondicionaron parte de las zonas verdes y la parcela industrial I1, con todos los servicios necesarios.



Plano del proyecto de urbanización. Redactado por EID Consultores en 2004

En este sentido, se debe advertir sobre las infraestructuras existentes, que el sector se encuentra actualmente afectado por diversas líneas eléctricas aéreas y líneas eléctricas soterradas, de alta y media tensión, así como por la existencia de la SET Peaker, el gaseoducto que abastece a la planta, el desarrollo de la infraestructura

para la captación de agua del río Ebro y el desarrollo de canalización hasta los puntos de evacuación.

Si bien todas estas infraestructuras se han señalado en el plano de *Servicios existentes y demoliciones* para su conocimiento y consideración en los trabajos que se desarrollan en este proyecto, se indica que prácticamente la totalidad de las mismas no interfiere en las superficies a urbanizar en esta Fase II. Aquellos servicios e infraestructuras que sí pudieran interferir en el normal transcurso de los trabajos o bien sobre las que necesariamente se ha de intervenir para los trabajos aquí considerados se describen a continuación.

### 2.1.1 Viales existentes. Actuaciones y demoliciones

El vial existente en el sector de referencia consiste en una calzada ejecutada con pavimento continuo asfáltico, utilizada para doble sentido de circulación, y con una anchura media de 5,00 metros de longitud, según se constata en el levantamiento topográfico realizado y que se aporta al presente proyecto.

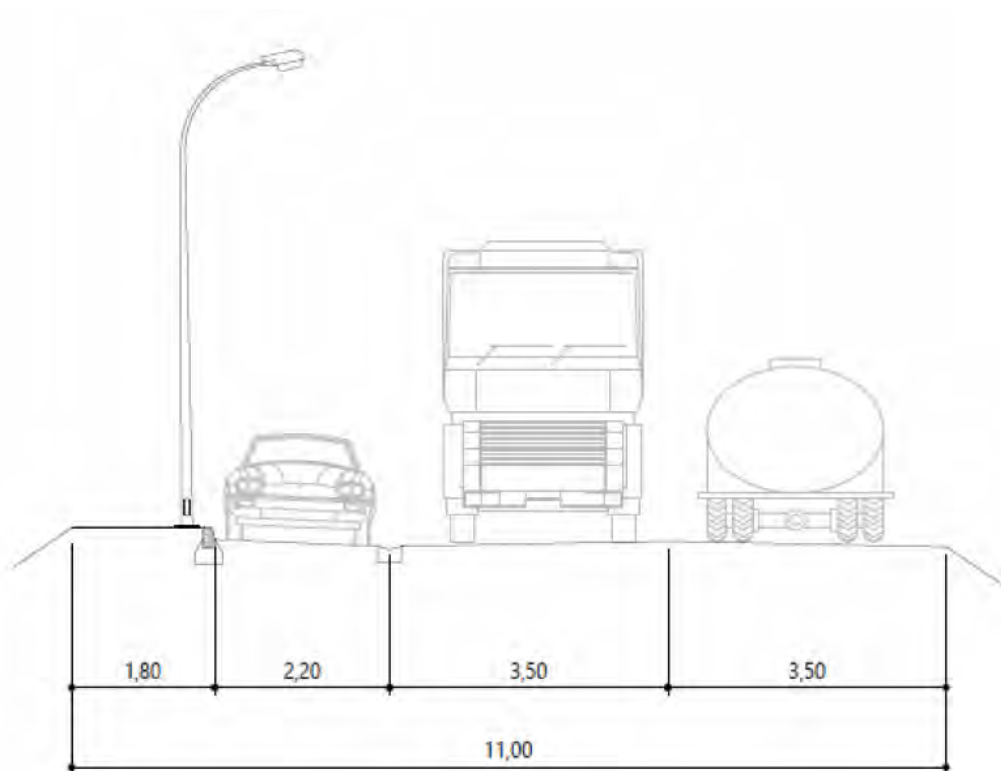


Vial de acceso ejecutado



Ortofoto del trazado de vial existente  
sobre el que se destaca el desarrollo del vial existente.

Este vial, de evidente anchura insuficiente para el tránsito de vehículos en un polígono industrial, será objeto de ensanchamiento, cumpliéndose lo establecido en la Modificación nº2 del Plan Parcial de este sector, donde se precisó que la sección completa del vial debía presentar una anchura total de 11,00 metros de longitud, disponiéndose de calzada, zona de aparcamiento en línea y espacio peatonal.



Propuesta de sección del vial estructurante según la Modificación 2 del Plan Parcial

Con objeto de economizar los recursos y el impacto ambiental de las obras de urbanización, se propone el mantenimiento del vial existente, ejecutado en fase I, que pasará a formar parte de la nueva calzada. Para ello serán necesarios trabajos de demolición en cumplimiento de las instrucciones de la ORDEN FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3 IC: REHABILITACIÓN DE FIRMES, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (BOE de 12 de diciembre de 2003) para ejecutar el ensanchamiento del vial. En concreto, se procederá al corte de pavimento de aglomerado asfáltico existente, a una distancia de 3,50 metros del borde exterior de la calzada ejecutada, según se recoge en la planimetría, con escalonado de 40 cm para superposición de capas de rodadura, y con lámina resistente impermeable en encuentro.

Se procederá a la demolición de la capa asfáltica existente en la anchura restante - 1,50 m- con objeto de ejecutar el nuevo vial según la Instrucción señalada.

En este sentido, cabe destacar que el estudio geotécnico realizado ha caracterizado el vial existente del siguiente modo:

*“El firme del actual vial este compuesto por una capa de rodadura de aglomerado, bajo la cual se dispone una base granular. Tal y como se puede ver en los perfiles de las calicatas la capa de asfalto se midió con un calibre o pie de rey digital, encontrándose un espesor que oscila entre los 28-48 mm según la zona. Por debajo de la capa de rodadura se observa la presencia de una base granular formada por gravas con cantos redondeados y subesféricos incluidas en una matriz limosa de color marrón anaranjado. En base al ensayo de laboratorio realizado estos materiales quedan definidos como gravas arcillo-limosas con algo de arena, perteneciendo al grupo GC-GM, de Casagrande. Esta se presenta con un espesor que oscila entre apenas los 12-14 cm a los 82-85 cm de la cata C-5. En algunas zonas se puede observar en la cuneta parte del extendido que se hizo en su día de la capa granular sobre la que se dispuso el asfalto.”*

En la zona de intersección con el vial secundario que da acceso a las infraestructuras, donde se proyecta una rotonda, será necesaria la demolición completa del pavimento continuo asfáltico que conforma el vial existente.

En relación al vial secundario que recoge el Plan Parcial, cuyo único uso es el acceso a las infraestructuras del ámbito, ya sea al punto de vertido existente, ya sea a la parcela dispuesta para la instalación de cualquier instalación de servicio común al sector, no será preciso actuación alguna.

Este acceso presenta un tratamiento de camino, o pista, de tierra, cuyo estado actual se considera correcto. Dado el escaso, o inexistente tráfico, cuyo uso se circunscribe al mantenimiento esporádico y revisión de las infraestructuras señaladas, mediante vehículos no pesados, no se considera preciso pavimentar su superficie, considerando esta solución como la más sostenible y respetuosa con el entorno.



Vial secundario. Acceso a punto de vertido

#### 2.1.2 Servicios existentes. Afecciones.

El sector, actualmente, se encuentra afectado por dos líneas aéreas paralelas de alta tensión que conectan con la planta en funcionamiento, por una línea subterránea de media tensión conectada a la SET Peaker, una línea aérea de media tensión, un gaseoducto de servicio, y los puntos para el abastecimiento y vertido, ejecutados en la fase I.

De las infraestructuras señaladas, sin embargo, solo afectan a esta fase II del proyecto de urbanización, por su trazado, las siguientes:

- la línea eléctrica aérea de 132 kV de tensión que conecta la SET Chiprana con la SET Peaker, que cruza el vial secundario (ya ejecutado) y la parcela de infraestructuras. Se tendrá en cuenta su trazado en la ejecución de los trabajos.
- La línea soterrada prevista para el suministro eléctrico de la nueva planta solar, situada en parcela colindante y exterior al sector 5, pero que precisa de su conexión a la SET Piker, y cuyo trazado cruza puntualmente bajo el vial secundario existente.

Esta red se deberá señalar adecuadamente para su correcta identificación, y considerar en las tareas de perfilado del vial secundario.

### 2.1.3 Desbroce y limpieza

Debido al estado actual en el que se encuentra el ámbito, se deberá de proceder a realizar una limpieza de las zonas afectadas por la actuación mediante el desbroce de las mismas.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se ha realizado un estudio topográfico realizado por Aplicaciones Topográficas Moreno que puede consultarse en el *Plano 02. Topografía*.

El estudio geotécnico, realizado por la empresa Ofigeo, se adjunta como Anejo a la presente memoria.

## 2.3 TRAZADO DE VIALES Y SECCIONES TRANSVERSALES.

Según el apartado 6.4.- *Estado actual* de la Adaptación – Modificación del Plan Parcial del Sector SUZD Industrial Clave 5.2 “De producción Energética” de Escatrón,

*“El Sector cuenta con la urbanización parcialmente ejecutada tal y como se ha indicado anteriormente. Las dotaciones de abastecimiento y vertido de aguas residuales ya han sido ejecutadas, junto con la fase 1ª de la urbanización, coincidente con el área ocupada por el central de Ciclo combinado.*

*Finalmente hay que indicar que también se ejecutaron la conexión eléctrica de la fase 1, la rotonda de acceso, el acondicionamiento de un sector de la zona verde y la mejora del vial de conexión con la A-221.”*

### 2.3.1 Categoría de tráfico pesado

Según *La Instrucción de Carreteras 6.1.I.C:*

*“La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado. Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.”*



La categoría de tráfico pesado se obtiene según lo indicado en las tablas 1A y 1B de la *Instrucción de Carreteras 6.1.I.C.* Al ser una única parcela industrial y conociendo el uso de la misma, se estipula un IMD inferior a 25 vehículos pesados al día. Se ha seleccionado la categoría de tráfico pesado habiéndose obtenido una calificación de T42.

**TABLA 1A**  
*Categorías de tráfico pesado T00 a T2*

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

**TABLA 1B**  
*Categorías de tráfico pesado T3 y T4*

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

No obstante, en el presente proyecto se considerará que durante las obras de implantación de la actividad en la única parcela industrial existente en el sector, es probable que el tráfico de vehículos pesados presente una mayor intensidad que la prevista durante el resto de la vida útil de la urbanización, por lo que se preverán tareas de mantenimiento y conservación del vial principal una vez se finalicen estas obras de instalación.

### 2.3.2 Formación de explanada

Obtenido el informe geotécnico que se puede consultar en los documentos anejos a la presente memoria, conforme al apartado 7.2.- *Explanadas*, se obtiene que:

- *7.2.- EXPLANADAS: Como explanada, los suelos que aparecen son tolerables y no constituyen ninguno de los tipos de explanada contemplados en la instrucción 6.1-I.C. Por tanto, será preciso colocar sobre ellos suelos adecuados o seleccionados para conseguir explanadas de categoría E-1, E-2 ó E-3.*

Por tanto, para obtener la categoría de explanada E1 se coloca una capa de 25 cm de Suelo estabilizado in situ SEST-1 según la *Figura 1. Formación de explanadas* de la *instrucción 6.1-I.C*. La elección de una explanada con suelo estabilizado de lechada de cemento está condicionada por la cota del punto de conexión en la rasante de la ampliación con el vial actual y la cota de la base del firme, teniendo como objetivo reducir el movimiento de tierras y realizar la menor excavación posible.

Donde sea preciso, se establecerán subbases permeables y drenajes para suprimir la posibilidad de un exceso de humedad en las capas subyacentes del pavimento. En todos los casos y especialmente en terrenos arcillosos, se dispondrá una primera capa de arena del río que actuando como drenaje evite que las arcillas se mezclen con las capas superiores del pavimento.



FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

### 2.3.3 Capas y espesores

Obtenida la categoría de tráfico pesado T42 y el tipo de explanación E1, se selecciona un firme tipo T4211.

Según el Mapa de Zonas estivales, nuestra zona de actuación se encuentra en la zona media, de manera que se dispondrá de B50/70, tal y como indica la Norma 6.1.IC y el PG-3.



El paquete de firmes se compone de una base granular sobre el cual se dispone una mezcla bituminosa en caliente. La capa de rodadura estará constituida por una mezcla de tipo

Este firme, se compone de la siguiente manera:

- Base de Zahorra Artificial (ZA-25) con un espesor de 35 cm
- Mezcla bituminosa de 5 cm.



Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravasulada sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

**Nota 1:** Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciados de a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

**Nota 2:** En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/camión/día) podrá disponerse un ego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

OGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE FIRME

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_s = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.

El espesor de la capa de mezcla bituminosa en caliente viene definido por la Tabla 6.  
Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente:

**TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE**

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 <sup>(**)</sup>		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Con una categoría de tráfico pesado de T42 y Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G), obtenemos el siguiente espesor:

- Rodadura e=5 cm

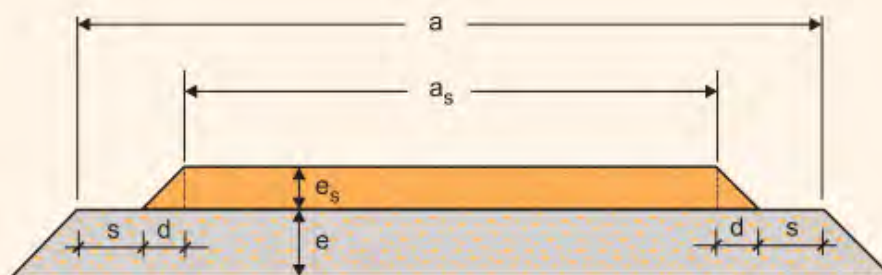
No obstante, debido a la mayor intensidad de vehículos pesados que se prevé para la realización de las obras del parque fotovoltaico a instalar en la parcela industrial, se considerará que una vez terminadas estas obras de implantación, se adicionará una capa de Mezcla Bituminosa en Caliente de 5 cm de espesor en toda la sección de la calzada con el fin de corregir posibles imperfecciones debido a las obras, con el fin de asegurar la resistencia y durabilidad del vial ante la previsión de tránsito de maquinaria pesada debido al tipo de actividad que desarrolla el sector.

2.3.4 Aspectos constructivos

La anchura de la capa superior del pavimento de la calzada rebasará a la teórica al menos en 20 cm por cada borde. Cada capa del firme tendrá una anchura (a) en su cara superior, igual a la de la capa inmediatamente superior (as) más la suma de los sobrecanchos (d) y (s) indicados en la tabla 7. El sobrecancho (s) podrá aumentarse si existe necesidad de disponer de un apoyo para la extensión de la capa superior.

**TABLA 7. VALORES DE LOS SOBRECANCHOS**

SOBRECANCHO	MATERIAL	VALOR (cm)
Por derrames (d)	Pavimento de hormigón	0
	Hormigón magro vibrado	0
	Otros materiales	$e_s$
Por criterios constructivos (s)	Mezclas bituminosas	5
	Materiales tratados con cemento	6 a 10
	Hormigón magro vibrado	20
	Capas granulares	10 a 15



$$a = a_s + 2d + 2s$$

### 2.3.5 Sección de firme



Firme tipo T42 con explanada tipo SEST-1

Tras las obras de implantación de la actividad en la parcela industrial, tal como se ha indicado anteriormente, se dispondrá de una capa de rodadura de 5 cm adicional a las sección anteriormente indicada, con el objeto de corregir deterioros, desperfectos y homogenizar la calzada.

### 2.3.6 Trazado geométrico de ejes

El trazado en planta proyectado se corresponde con la ordenación contemplada en el Texto Refundido del Plan Parcial del Sector Clave 5.2 (Energético) de Escatrón, exceptuando las modificaciones realizadas posteriormente en el proyecto de reparcelación tras adaptarse al levantamiento topográfico.

El trazado en alzado proyectado persigue los siguientes objetivos:

- Minimizar el movimiento de tierra aprovechando el vial existente mediante el ensanchamiento de la sección del vial existente para reducir los costes de implantación y el impacto ambiental.
- Facilitar el trazado de las red de saneamiento para garantizar su funcionamiento por gravedad.

En su mayor parte el trazado en alzado se corresponde con alineaciones rectas, habiendo realizado cambios de rasante mediante acuerdos parabólicos siempre de acuerdo a la *Instrucción de Trazado de Carreteras (3.1.I.C.)*.

Para la dotación de plazas de aparcamiento, se ha de cumplir con los módulos de reserva de viales y aparcamientos para usos industriales definidos por el TRULAR:

*“ El número mínimo funcional de estacionamientos de turismos y de vehículos pesados justificados conforme a los usos previstos, con un mínimo normativo de una plaza de aparcamiento por unidad de reserva. Se localizará al menos la mitad de las plazas resultantes en espacio de uso público, incluidos el subsuelo de redes viarias y espacios libres, siempre que no se menoscabe el uso de los mismos.”*

Computándose una unidad de reserva por cada cien metros cuadrados de superficie construible, se ha de cumplir con un mínimo de 250 plazas de aparcamiento distribuidas a lo largo del vial y en la explanada habilitada para aparcamiento.

Los viales son los siguientes:

Nombre	Tramo 1		
Velocidad (Km/h)	40.000		
Fichero de Instruccion	Carretera general		
	P.K.	Coord. X	Coord. Y
	0	732551,035	4572633,87
	582,91	733079,839	4572635,46



Nombre	Tramo 2	
Velocidad (Km/h)	40.000	
Fichero de Instruccion	Carretera general	
P.K.	Coord. X	Coord. Y
0	733079,839	4572635,46
509,81	733383,732	4573000,04

Nombre	Rotonda	
Velocidad (Km/h)	40.000	
Fichero de Instruccion	Carretera general	
P.K.	Coord. X	Coord. Y
0	733395,149	4573057,22
77,24	733395,15	4573057,22

Nombre	Rot_1	
Velocidad (Km/h)	40.000	
Fichero de Instruccion	Carretera general	
P.K.	Coord. X	Coord. Y
0	733383,732	4573000,04
37,10	733397,094	4573034,64

Nombre	Rot_2	
Velocidad (Km/h)	40.000	
Fichero de instrucción	Carretera general	
	P.K.	Coord. X
	0	733414,617
	29,63	733405,134
		Coord. Y
		4573085,65
		4573057,59

- Cotas en metros

### 2.3.7 Movimiento de tierras

Los volúmenes de movimiento de tierra que implica la implantación de estos viales se resumen en la siguiente tabla:

	tierra vegetal	desmante	terraplén	tierras de aporte
1		82,33	169,41	87,08
2		0,56	21,47	20,91
Rotonda	1.156,00	536,06	143,45	-392,61
Vial	6.690,00	114,00	2.585,13	2.471,13
Aparcamiento	2.100,00	112,45	2.310,00	2.197,55
Parcela				
infraestructura	2.025,00			
Taludes	3.030,00			
Acceso a				
planta	175,00			
Balsa	880,00			
Excavación en				
zanjas		1.176,98		-1.176,98
	16.056,00	2.022,38	5.229,46	3.207,08

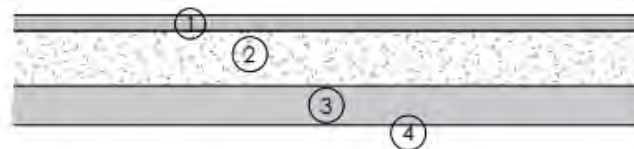
### 2.3.8 Firmes y pavimentos

#### VIALES

Obtenida la calificación T42 en el apartado así se han definido los siguientes firmes y pavimentos:

Ejes de tráfico pesado Medio – Alto, consiste en:

- Plataforma de lechada de cemento tipo SEST-1 estabilizada in situ con un espesor de 25 cm según especificaciones técnicas del PG-3 sobre el terreno natural, una vez retirada la capa de tierra vegetal (véase *Anejo 02. Estudio geotécnico*).
- Sub-base de zahorra artificial perteneciente al huso ZA-25, compactada al 98% PM, 35 centímetros de espesor.
- Capa de rodadura de mezcla bituminosa en caliente AC11, 50/70 D, 5 centímetros.



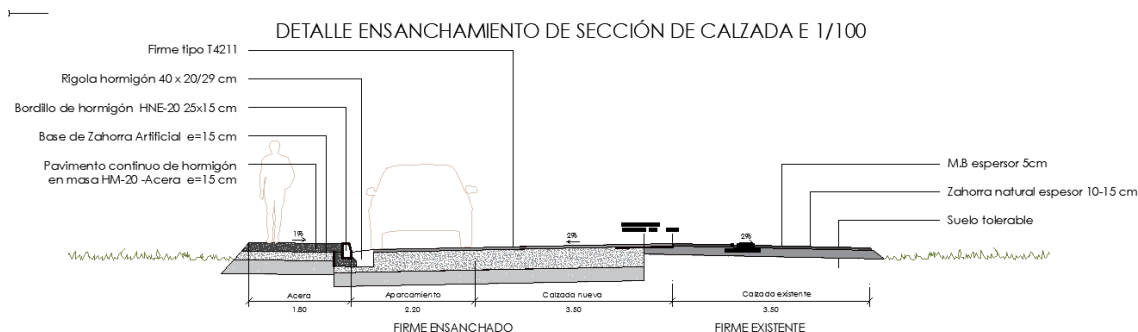
- |  |          |
|--|----------|
| 1. MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE AC11 SURF 50/70 D | e=5 cm   |
| 2. BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL                      | e=35 cm  |
| 3. EXPLANADA E1 - SEST-1                           | e= 25 cm |
| 4. SUELO EXISTENTE - TOLERABLE                     |          |

## ZONA DE APARCAMIENTOS Y ACERAS

Se ha concebido una sección tipo para aparcamientos y aceras adaptada a la especial ubicación y uso industrial del sector, que en este caso se encuentra alejado del núcleo urbano, donde no se prevé apenas tránsito peatonal, y donde el vial principal presenta un uso principalmente rodado.

De este modo la acera se ejecutará mediante solera de hormigón en masa HM-20 de 15 cm de espesor sobre zahorra artificial y la línea de aparcamiento se ejecutará mediante mezclas bituminosas,

y zona de aparcamiento continua con pavimento terrizo de 10 cm de espesor sobre una base de 15cm de Zahorra Artificial, evitando de este modo aumentar superficies de pavimento duro, favoreciendo así el drenaje natural de esta superficie, un impacto menor en el entorno natural, y un mantenimiento municipal posterior de menores exigencias y coste inferior.



De acuerdo con el *Anejo justificativo del cumplimiento de las normas y ordenanzas de supresión de barreras arquitectónicas*, el bordillo delimitador entre la zona de peatones y la superficie destinada a aparcamiento en línea, dispondrá de un resalto suficiente para indicar a los invidentes el límite de la acera. Asimismo, en la zona del paso de peatones se dispondrá un bordillo rebajado, y pavimento podotáctil cumpliendo los requerimientos de accesibilidad vigentes.

## SECCIONES TRANSVERSALES

Pueden consultarse las secciones transversales normales y los tramos especiales en la colección de planos 7. *Firmes y pavimentos*.

## PARCELA DE INFRAESTRUCTURAS

La parcela destinada a infraestructuras se prevé su acondicionamiento mediante la ejecución de:

- Plataforma de lechada de cemento tipo SEST-1 estabilizada in situ con un espesor de 25 cm según especificaciones técnicas del PG-3 sobre el terreno natural, una vez retirada la capa de tierra vegetal (véase *Anejo 02. Estudio geotécnico*).
- Sub-base de zahorra artificial perteneciente al huso ZA-25, compactada al 98% PM, 35 centímetros de espesor.
- Pavimento terrizo de 10 cm de espesor, y losa de hormigón bajo las instalaciones a implantar.

La cota de rasante de esta superficie coincidirá con el vial secundario de acceso a la misma.

Se dispondrá, además, una valla perimetral de simple torsión de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno, con puerta de dos hojas abatible para acceso de vehículos, con objeto de protección de las infraestructuras que en la misma se instalen.

## 2.4 RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, RIEGO E HIDRANTES.

#### 2.4.1 Red existente y punto de conexión

La red de abastecimiento del Sector 5.2 se resuelve mediante captación directa del Río Ebro, ejecutada en la fase I de urbanización. Dicha captación se realiza por tres bombas con una capacidad de 736 m<sup>3</sup>/h, que se activan en función de la demanda. Una vez recogida el agua, esta se almacena en dos balsas localizadas sobre la parcela I-1, y desde este punto se encuentra ejecutada una red de suministro a la central, donde el agua es tratada mediante una ETAP.

A día de hoy, la demanda máxima de la central energética es de 360 m<sup>3</sup>/h, según información facilitada por los técnicos responsables. Dada esta situación, el caudal restante, tal como quedará justificado más adelante, resulta suficiente para alimentar a la fase II del proyecto de urbanización, y por tanto, se plantea que la nueva red de abastecimiento a ejecutar y dar servicio a la fase II aproveche el sistema de captación y almacenamiento ya ejecutado, y se conecte a la red existente en la caseta de válvulas existente, situada junto a las balsas. A partir de este punto, será necesario ejecutar una red que alimente una ETAP para la fase II, localizada en la parcela de infraestructuras y una nueva red de abastecimiento pública que discurra bajo el vial principal.

Se puede consultar el documento justificativo de la concesión para la captación emitido por la Confederación Hidrográfica del Ebro en el *anexo a la presente memoria denominado "Anexo. Concesión Captación CHE"*, en el que se solicita la concesión de un caudal de 100 l/s y posterior vertido al río Ebro por la empresa GLOBAL 3-COMBI, S.L.U. publicado en el BOA el 5 de julio de 2002.

Según indicaciones de IGNIS, la nueva red se conectará a una toma de diámetro DN 40 mm situada en la caseta de válvulas con una presión de 0,6 bar correspondiente a la altura manométrica de las balsas. Este agua procede directamente de las balsas por lo que habrá de ser tratada según el uso final.

La red de saneamiento será objeto de recepción por parte del Ayuntamiento de Escatrón.

Tramo de conexión

Se proyecta un tramo de conexión entre la caseta de válvulas y la ETAP situada en la parcela de infraestructuras con las siguientes características:

- El trazado en planta es paralelo al vial de acceso a la central, discurriendo enterrado por la propiedad privada de IGNIS.
- La longitud total del tramo es de 842,31 metros y dispone de válvulas de seccionamiento en su extremo inicial y final, además de un desagüe conectado a la red de saneamiento para el vaciado en caso de avería.
- El conducto se dimensiona con tubo de Polietileno de Alta Densidad.

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
ETAP	158,165	2.78	0.25
Caseta Válvulas	152,472	0,00	6.12

Tabla de Red – Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tramo conexión	841	150	0.0013	-2.78	0.16	0.21

#### 2.4.2 Calidad de las aguas

Los valores cuantitativos de los parámetros analizados en el proyecto se muestran en la siguiente tabla. Son datos facilitados por la CHE, y pertenecen a la Red ICA de Aguas Superficiales, concretamente a la estación n.º 905: Ebro en Presa Pina, siendo ésta la más próxima a nuestra localización.

Red de alerta de calidad de aguas

Resumen estadístico anual de resultados por estación y parámetro

**Año 2017**

<b>Nº datos teóricos</b>	35036
--------------------------	-------

**905 - Ebro en Presa Pina**

Equipo	Nº datos recibidos (% sobre teóricos)		Nº datos válidos (% sobre teóricos)		Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
Temperatura del agua (°C)	34764	99,2%	33065	<b>94,4%</b>	16,47	5,5	28,5	6,49
pH	34761	99,2%	33029	<b>94,3%</b>	7,88	7,36	8,4	0,21
Conductividad 20°C (µS/cm)	34762	99,2%	32743	<b>93,5%</b>	1.783,55	369	2703	644,48
Oxígeno disuelto (mg/L)	34752	99,2%	32286	<b>92,2%</b>	7,51	1,1	12,8	2,31
Turbidez (NTU)	34763	99,2%	32664	<b>93,2%</b>	38,30	8	246	30,74
Amonio (mg/L NH4)	34763	99,2%	29959	<b>85,5%</b>	0,48	0	2,3	0,32
Nitratos (mg/L NO3)	34758	99,2%	31884	<b>91,0%</b>	17,88	9,4	25,2	3,34
Fosfatos (mg/L PO4)	34762	99,2%	31337	<b>89,4%</b>	0,19	0,05	0,6	0,08
Absorbancia 254nm (un.Abs/	34758	99,2%	25623	<b>73,1%</b>	9,65	3	28,3	3,07

Todas estas características han sido facilitadas a la empresa especializada en tratamiento de aguas para su potabilización IMEDAGUA, quien garantiza que con su línea de tratamiento IMA WATER se alcanzará la calidad de agua de boca exigida incluyendo en su tratamiento:

- Virus y bacterias
- Sólidos en suspensión
- Olor, sabor y color
- Materia orgánica
- Olor y color del agua
- Turbidez
- Hierro y manganeso

Se aporta como ANEXO documento específico justificativo.



### 2.4.3 Dotación de agua

La red de abastecimiento se dimensiona en función de la dotación de la parcela del Equipamiento, el riego de la Zona Verde, el consumo en caso de incendio y el baldeo de calles.

Dado la escasa demanda de agua de boca en esta segunda fase de urbanización, que se limita a la requerida para abastecer al equipamiento público, se plantea una única red que dará servicio a este equipamiento, a las bocas de incendios situadas a lo largo del vial, así como a las bocas para riego y baldeo, siendo el punto más desfavorable la boca de incendios situada junto al equipamiento.

### CONSUMO HUMANO

El Plan Parcial del Sector Clave 5.2 del PGOU de Escatrón propone un consumo medio de 1 litro por segundo y Hectárea ante la ausencia de especificación de uso del Equipamiento propuesto con un coeficiente de simultaneidad 3.

Considerando que la actividad del equipamiento se desarrolla en una jornada de 8 horas al día y conocida la superficie de la parcela, la demanda diaria se resume en la siguiente tabla:

Parcela	Superficie (m2)	Demanda punta Q (l/s)	m <sup>3</sup> /día
EQ	5.000	1,5	43

## RIEGO Y ESPACIOS VERDES

Dada la amplitud de la zona verde, la ubicación geográfica de la misma, su carácter y el tipo de suelo siendo limoso-arcilloso, no se ve conveniente la plantación de ninguna especie vegetal con demanda de riego adicional, respetando así el carácter de la zona verde actual y la predominación de las especies autóctonas que ocupan el lugar de manera natural. Por tanto, no existirá red de riego ni dotación de consumo y se ha eliminado de la documentación del proyecto este apartado.

## LIMPIEZA Y BALDEO DE CALLES

La superficie susceptible de ser limpiada con manguera es la ocupada por los viales. Adoptando el coeficiente indicado en el segundo tomo de "Instalaciones Urbanas", de D. Luis Jesús Arizmendi, la dotación necesaria para la limpieza de las zonas públicas ascenderá a 1,2 litros por metro cuadrado.

De este modo, el volumen demandado en concepto de limpieza se estima en 10.097 litros por sesión. De producirse la limpieza en un plazo de ocho horas, el caudal demandado queda establecido en 0,35 litros por segundo. No obstante, dado este bajo caudal y la recomendación de realizar las labores de limpieza en horas valle, esto es, fuera de las horas punta, no se ha considerado este caudal para el dimensionamiento de la red.

## INCENDIOS

Además del consumo habitual de agua potable, la red debe estar preparada para poder suministrar agua bajo la hipótesis de incendio.

Al ser una zona de uso industrial, se tendrán en cuenta las características necesarias para hidrantes definidas en la normativa *"Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios"*, del *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los*

*Establecimientos Industriales (RSCIEI) aprobado por RD 2267/2004* y en todo caso, la norma UNE 23500-2021.

El caudal por hidrante habrá de ser de 1.000 litros por minuto (16,66 litros por segundo). La presión mínima aceptable es de 5 bar y el tiempo de autonomía de la reserva de agua del sistema son 60 minutos.

El depósito se dimensionará con las siguientes características:

- Capacidad C [m3] correspondiente al 100% del Volumen de agua
- Se garantizará una reposición automática del 100% del Volumen en las 36 horas posteriores al vaciado
- Material garantía uso ininterrumpido de 15 años
- Agua dulce no contaminada o tratada
- Agua protegida de la acción de la luz o materia contaminante

Sistema de bombeo

- En el caso de depósito al menos 2/3 de la capacidad efectiva del depósito de aspiración están situados por encima del centro de la boca de aspiración de la bomba, y además este centro está situado a no más de 2 m por encima del nivel más bajo del depósito de aspiración.
- El material de la tubería de aspiración debe ser de acero.
- El diámetro mínimo de 65 mm para bombas en carga y 80 mm para bombas no en carga.
- La velocidad no será superior a 1,8 m/s para bombas en carga y 1,5 m/s para bombas no en carga.

#### 2.4.4 . Red de abastecimiento

Red proyectada

##### Fuente de agua

La red de abastecimiento tiene como punto de partida la fuente inagotable del río Ebro por medio de la captación existente. Posteriormente será tratada de manera individual por la ETAP para alcanzar las condiciones óptimas requeridas en el apartado anterior. Los procesos por los que se realizará el tratamiento se detallan en el correspondiente *apartado de “Estación de Tratamiento de Agua Potable”*.

##### Red de distribución

El sistema de distribución de agua está compuesto por un depósito de reserva, un grupo de presión contra incendios con dos bombas, una estación potabilizadora, la red de distribución y los puntos de consumo (hidrantes para uso exclusivo de los bomberos, bocas de riego y la acometida para el equipamiento).

Las características de cada uno de los elementos son las siguientes:

- Conexión balsas – ETAP: tubo PE AD Ø160 mm
- ETAP: presupuestada e instalada por IMEDAGUA con capacidad de 80 m<sup>3</sup>/día.
- Depósito de almacenamiento de agua potable de Aquadiposits, con capacidad de 236 m<sup>3</sup>.
- Contenedor de 20' para almacenamiento de grupo de presión.
- Grupo de presión EBARA para abastecimiento del equipamiento
- Grupo de presión EBARA para incendios
- Red de distribución a equipamiento, hidrantes y bocas de riego: tubo PE AD Ø160 mm
- Un desagüe por tramo situado en los puntos más bajos, sumando un total de 4 unidades.

- Hidrante enterrado con una toma lateral de 70 mm y una toma frontal de 100 mm, para conexión horizontal de 100 mm de D.N. cada 80 metros según normativa industrial, sumando un total de 13 unidades.
- Boca de riego para baldeo de calles de fundición cada 50 metros, sumando un total de 23 unidades.
- Acometida equipamiento PE Ø90 mm

La red de abastecimiento de agua para consumo humano y riego/baldeo de calles se compone de las siguientes partes:

- ETAP. El volumen máximo de agua al día en la hipótesis de consumo punta es el correspondiente a las siguientes dotaciones:
  - Equipamiento: Con una dotación de 1 litro/s Ha durante 24 horas, se obtiene un volumen de 43,20 m<sup>3</sup>/día.
  - Hidrante: Con una dotación de 16,67 l/s durante 1 hora, se obtiene un volumen de 60,00 m<sup>3</sup>.

Por tanto, el volumen demandado de agua al día es de 103,20 m<sup>3</sup>.

La ETAP, según indicaciones del fabricante, se dimensiona con una capacidad de 80 m<sup>3</sup>/día funcionando durante las 24 horas. Los detalles técnicos de este elemento se resumen en el documento anexo *sobre Planta potabilizadora*. Posteriormente el agua se almacena en un depósito de hormigón prefabricado con una capacidad de 206,40 m<sup>3</sup>, contando así con la reserva de 1 día de agua en caso de avería, desde donde se distribuye el agua según necesidad.

- Tramo de distribución. El tramo de distribución principal sigue el trazado del vial hasta abastecer al Equipamiento. Dadas las diferencias de altitud entre el punto inicial y el punto final, es necesaria la colocación de bombas que impulsen el agua desde los depósitos hasta los puntos de consumo. Dichas bombas se dimensionan para garantizar una presión mínima de 10 m.c.a en el punto más desfavorable, siendo éste el último hidrante situado en la Zona Verde. Las características de las mismas se incluyen en anexo a la presente memoria.

Para el dimensionamiento la red, se plantean tres hipótesis:

1. Consumo cero:	0 l/s
2. Consumo punta de los usos industriales:	1,50 l/s
3. Consumo punta con un hidrante adicional:	18,17 l/s

## RESULTADOS DIMENSIONAMIENTO

**BOMBAS.** Con el fin de optimizar la red de abastecimiento, se divide el grupo de presión proyectado anteriormente en un grupo de presión que da servicio continuo para los usos generales (equipamiento y baldeo de calles) y otro que sólo entra en servicio en caso de incendio. Se incorpora en el anexo a la presente memoria los cálculos justificativos de los dos grupos de presión.

**RED DE DISTRIBUCIÓN.** Compuesta por el tramo de conexión y la red que discurre por el vial.

- El tramo de conexión se resuelve con un tubo PE160 mm.
- El tramo que discurre por el vial desde la ETAP se detalla en las siguientes tablas.

## RESULTADOS HIPÓTESIS CONSUMO PUNTA PRESIÓN EN LOS NUDOS DE CONEXIÓN PRINCIPALES

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Hidrante ZV	0,00	194.42	48.42
Equipamiento	1,50	194.42	47.42
Punto intermedio	0,00	194.47	31.47
Punto intermedio	0,00	194.49	40.99
ETAP	0,00	194.5	37.00

### PROPIEDADES DE LOS TUBOS ENTRE PUNTOS DE CONEXIÓN

Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 1	77,50	150,00	0.0015	0.00	0.00	0.00
Tubería 2	680,00	150,00	0.0015	-1.50	0.08	0.07
Tubería 3	230,00	150,00	0.0015	-1.50	0.08	0.07
Tubería 4	220,00	150,00	0.0015	-1.50	0.08	0.07

### RESULTADOS HIPÓTESIS CON HIDRANTE ADICIONAL

#### PRESIÓN EN LOS NUDOS DE CONEXIÓN PRINCIPALES

ID Nudo	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Hidrante ZV	16.67	16.67	156.22	10.22
Equipamiento	1.5	1.50	156.61	9.61
Punto intermedio		0,00 0.00	160.64	-2.36
Punto intermedio		0,00 0.00	162.00	8.50
ETAP		0,00 0.00	163.31	5.81

### PROPIEDADES DE LOS TUBOS ENTRE PUNTOS DE CONEXIÓN

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 1	77,50	150,00	0.0015	-16.67	0.94	5.07
Tubería 2	680,00	150,00	0.0015	-18.17	1.03	5.92
Tubería 3	230,00	150,00	0.0015	-18.17	1.03	5.92
Tubería 4	220,00	150,00	0.0015	-18.17	1.03	5.92

La red resultante es un distribuidor formado por un tubo PE160. Consultar plano 8.0.-  
*Abastecimiento – Planta.*

Además, se han dispuesto los siguientes elementos complementarios sobre la red:

- 16 válvulas que seccionan la red para facilitar mantenimientos.
- 4 desagües, cada uno de los desagües situados en los tramos definidos por las válvulas de corte, colocados en los puntos más bajos del tramo de la red para evacuar a la red de saneamiento de aguas residuales.
- 23 bocas de riego cada 50 metros y 15 hidrantes cada 80 m.

Los detalles de estos elementos se encuentran en el *Plano 8.1 Abastecimiento – Detalles.*



## 2.5 RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

### 2.5.1 Condiciones iniciales

Tomamos como condiciones de partida para realizar el proyecto las definidas en *el Plan Parcial del Sector clave 5.2 del PGOU de Escatrón*.

En cuanto a nuestro ámbito se refiere, las condiciones que debemos cumplir son las siguientes:

- 1. Debido a la naturaleza de las actividades industriales a desarrollar en la antigua parcela I.1., se proyectó una red de saneamiento individual para dicha parcela que conduce las aguas resultantes del proceso de la central a una depuradora situada en el interior de la parcela capaz de depurar los vertidos hasta los niveles autorizados por el órgano competente.*
- 2. Para la segunda fase se prevé una reserva de infraestructura en la que se ejecutará una estación depuradora propia de la misma que se encontrará conectada a la red general unitaria prevista en el sector.*
- 3. Desde la depuradora parte un colector que vierte directamente al río, de acuerdo con los parámetros autorizados por la administración tutelante, y que deberá contar con la autorización de esta.*
- 4. La red de vertido que se sitúa en el vial planteado es de hormigón para Saneamiento, con diámetros no inferiores a 600 mm. Se establecen pozos en cada cambio de traza en planta y alzado y alejados no más de 50 metros.*

Como condiciones adicionales para el dimensionado de la red de saneamiento se tienen las siguientes:

- La red interior se diseña como red de alcantarillado convencional a dimensionar para el caudal de escorrentía máximo previsible con un periodo de retorno de 10 años y una duración de 15 minutos.
- Se evitará el aporte del agua procedente de riego y escorrentía al alcantarillado.

La red de saneamiento será objeto de recepción por parte del Ayuntamiento de Escatrón.

### 2.5.2 Red proyectada

Con objeto de optimizar el proyecto de la red de saneamiento se realizan las siguientes modificaciones respecto a los puntos anteriores:

Debido a que el punto óptimo de recogida de aguas pluviales por gravedad queda situado al sur del sector, dada la topografía, y el punto de vertido autorizado al río Ebro se localiza al norte del sector, se propone una red de colectores para la recogida de aguas que, por gravedad, desembocará en una balsa impermeabilizada, localizada en el área sur de la zona verde, previo paso por pozo de debaste y separador de grasas. Desde esta balsa, y superado el volumen de acumulación de la misma, una red, impulsada por bombeo, conducirá hasta el punto de vertido autorizado las aguas procedentes del exceso de la acumulación prevista en la precitada balsa.

Como solución alternativa a la anterior, y siempre en el caso de concederse autorización de Confederación Hidrográfica del Ebro antes de la ejecución de las obras, para la filtración de esta agua de lluvia al terreno, se podría finalizar la instalación de aguas pluviales en la balsa anteriormente descrita, ejecutando la misma en tierras (sin la impermeabilización prevista), filtrando de este modo el agua recogida al terreno y con el punto de salida a la red convertido en aliviadero que vertiese al barranco. Con esta solución se evitaría el equipo de bombeo y la red de distribución desde la balsa hasta el punto de vertido, no obstante, dado que para esta solución de vertido por filtración al terreno y aliviadero al barranco es imprescindible contar con una nueva autorización de la CHE, la cual no se dispone en el momento de redacción de este proyecto, se recoge en el proyecto la primera alternativa como válida.

Se subraya, por tanto, que la red proyectada en el presente proyecto asume como propuesta principal, y única, la recogida de aguas en la balsa impermeabilizada y su conexión con el punto de vertido al río Ebro ya existente, contando actualmente con la pertinente autorización de Confederación Hidrográfica del Ebro en caudal suficiente para asumir el vertido de la fase 1 y fase 2 de la urbanización del sector 5.2.

Respecto a las aguas residuales, únicamente procedentes de la parcela del Equipamiento, dada su localización, y la desproporción de plantear una red separativa en el sector, tanto por su ejecución como por su mantenimiento, se plantea crear una red única, anteriormente descrita, a la que evacuará la acometida de residuales del equipamiento, previo paso por una EDAR localizada en la parcela contigua al equipamiento, de uso zona verde, antes de verter a la red pública, evitando así verter residuos peligrosos o contaminantes. De este modo, el vertido final de las aguas recogidas se realizará en una arqueta situada en el camino que conduce a la balsa de almacenamiento, en la Zona Verde situada en el extremo Oeste del Sector, en vez de conectarse a la red de vertido actual al Ebro en el extremo Este, no ejecutando así el tramo de red que se proyecta en el Plan Parcial desde la EDAR hasta el vertido al Río.

Esta nueva dirección de las aguas, frente a lo recogido en el esquema de red del Plan Parcial, favorece la evacuación de aguas pluviales por gravedad sin necesidad de realizar zanjas y pozos muy profundos para salvar las diferencias de cotas a lo largo del trazado o la colocación de bombas de elevación de aguas residuales.

De otro lado, debido a que hasta llegar al equipamiento sólo se recogen aguas pluviales, se plantean los colectores de PVC, en lugar de los de hormigón previstos en el planeamiento, por su mayor manejabilidad a la hora de su instalación, efectivos necesarios y plazo de ejecución.

### 2.5.3 Estudio pluviométrico

#### METODOLOGÍA

Para el cálculo de la lluvia de proyecto se utilizará el método formulado en la *Instrucción de Carreteras I.C. 5.2. Drenaje superficial*. Este método se aplicará al cálculo de los caudales de escorrentía que se generarán sobre el alcantarillado.

Se dimensionará la red de drenaje superficial en base a los siguientes datos obtenidos de AEMET y del Gobierno de Aragón:

#### Datos geográficos

Localidad	Escatrón		
Parámetro $P_o$ Base	5	mm	
Multiplicador regional	$\beta$ 2,5		
Relación $l_1/l_d$ del plano de isolneas	10		
Factor de reducción de lluvia diaria	$K_A$ 1		si $S < 1\text{km}^2$
Periodo de retorno	10	Años	
$P_d$ - Máxima lluvia en 24h	67,14	mm	
$P'_o$ - Umbral de escorrentía corregido	12,5	mm	
C - coeficiente de Escorrentía	0,463		
$l_d$ - Intensidad Media Diaria	2,80	mm/h	

Cuadro A.10.01. : Datos geográficos para cálculo de caudales

## TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se refiere a una sección de cálculo, y se define como el tiempo que tarda una gota caída en el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca vertiente de una sección en alcanzar la misma. Por lo tanto, se tiene:

$$T_c = \max(T) = \max(T_e + T_r)$$

Tiempo de recorrido,  $T_r$

Es el tiempo que tarda una gota en recorrer el camino que separa la entrada al sistema de colectores y la sección de cálculo. Si no existe sistema de colectores, el tiempo de recorrido es nulo. En el caso de que la velocidad de circulación por las conducciones fuera constante e igual a  $V$  (Régimen laminar y uniforme), siendo la distancia que separa la entrada de la sección de cálculo, se obtiene:

$$T_r = \frac{\text{longitud}}{\text{velocidad}} = \frac{l}{v}$$

Tiempo de escorrentía

También llamado tiempo de entrada, es el tiempo que tarda una gota de agua caída en un punto de la cuenca en alcanzar la entrada al sistema de colectores (escorrentía superficial) o, si estos no existen al medio receptor. Se calcula a través de la fórmula de la *Instrucción de Carreteras 5.2-IC*.

$$T_e = 0,3 * \left[ \left( \frac{L}{J^{\frac{1}{4}}} \right)^{0,76} \right]$$

Donde:

- $T_e$ : Tiempo de escorrentía en horas
- $L$ : Longitud del cauce principal en kilómetros
- $J$ : Pendiente del cauce principal en tanto por uno

En las cuencas donde existe alcantarillado, el tiempo de concentración es igual a la suma de:

- El tiempo de escorrentía según la fórmula de la Instrucción de Carreteras, tomando 1/3 de LT para la longitud del cauce principal (o la longitud máxima de escorrentía si se conoce).

- El tiempo de recorrido para el resto de la LT (o para la longitud máxima de recorrido), y una velocidad de recorrido,  $v_r$ , que se supondrá, para un primer tanteo, como se indica en el siguiente cuadro:

Pendiente media de la cuenca (%)	Velocidad de recorrido inicial (m/s)
Menor del 5 %	1 m/s
Del 5 a 10 %	1 - 2 m/s
Mayor del 10 %	2 m/s

El tiempo de concentración,  $T_c$ , se calcula para la sección de desagüe de cada una de las cuencas vertientes.

No se adoptarán valores del tiempo de escorrentía inferiores a 5 minutos, ni tampoco del tiempo de concentración menores de 15 minutos. Por ello, se establece el parámetro  $T_c'$ , que sustituirá el valor de  $T_c$  si éste es inferior a los tiempos mínimos exigidos.

#### 2.5.4 Cálculo de caudales de escorrentía

##### PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO: MÉTODO RACIONAL

Este método, que la literatura inglesa atribuye a Lloyd-George en 1.906, si bien los principios del mismo fueron establecidos por Mulvaney en 1.850, permite determinar el caudal máximo que discurrirá por una determinada sección de la red de alcantarillado, bajo el supuesto que éste acontecerá para una lluvia de

intensidad media máxima constante correspondiente a una duración D igual al tiempo de concentración de la sección.

$$Q_{max} = C A I_t$$

Donde:

$Q_{max}$  : Caudal máximo en la sección de cálculo (QP)

C : Coeficiente de escorrentía medio ponderado de la cuenca.

A : Área total de la cuenca vertiente en la sección de cálculo.

$I_t$  : Intensidad media máxima para una duración igual al tiempo de concentración,  $T_c$ , de la sección de cálculo.

Obteniendo  $I_t$  de la fórmula:

$$\left(\frac{I_t}{I_d}\right) = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

$I_t$  : Intensidad máxima esperada en el tiempo de concentración en (mm/h)

$I_d$  : Intensidad horaria corresponde al día de máxima precipitación ( $P_d/24$ )

$I_1$  : Intensidad en la hora de máxima lluvia

t : Periodo considerado

A la hora de dividir en cuencas vertientes la zona de estudio es preciso considerar varios aspectos:

1. La división se hace sobre el estado construido, no el anterior a la construcción. Por ello, para valorar las cuencas es preciso conocer las pendientes longitudinales de los ejes.

2. Cada una de las parcelas va a ser su propia vertiente, pues va a contar con una única salida de aguas pluviales y ningún otro elemento va a verter sobre las parcelas. En base a ello el propietario organizará su propia red de drenaje interior, siendo obligatorio que acometa única y exclusivamente por la acometida que se señala (que se ubica siempre en el punto más bajo de la parcela).



Imagen 3. Cuencas pluviales.

La red de saneamiento de aguas pluviales de las parcelas se realizará por cuenta propia atendiendo a los criterios que cada propietario considere. Mientras tanto, se ha el caudal de aguas pluviales teniendo en cuenta el caudal máximo que puede aportar cada parcela. Por este motivo, se han empleado dos criterios distintos a la hora de calcular el tiempo de concentración de cada cuenca.

Para las cuencas, el tiempo de concentración se calcula teniendo en cuenta la red de alcantarillado diseñada según el criterio definido anteriormente:



$$Tc \text{ (en h)} = Te + Tr = 0,3 * \left[ \left( \frac{\frac{1}{3}LT}{J^{\frac{1}{4}}} \right)^{0.76} \right] + \frac{\frac{2}{3}LT}{3,6 * v_r}$$

Donde:

LT : Longitud del cauce principal de la cuenca

J : Pendiente en m/m

V<sub>r</sub> : Velocidad de recorrido inicial en m/s

Nº	Geometría de la cuenca						Método Racional						
	A (m <sup>2</sup> )	L (m)	Cmax (m)	Cmin (m)	Pc	Te (h)	Tr (h)	Tc (h)	Tc' (h)	It (mm/h)	Infiltración	Qmax (m <sup>3</sup> /h)	Q (l/s)
1	1834,15	60,00	259,00	158,80	167,00%	0,014	0,025	0,039	0,250	59,44	70%	15,14	4,20
2	2446,74	180,00	158,50	157,00	0,83%	0,088	0,075	0,163	0,250	59,44	0%	67,30	18,69
3	3314,36	300,00	157,00	159,41	0,80%	0,130	0,125	0,255	0,255	58,81	0%	90,19	25,05
4	3300,00	300,00	159,41	150,00	3,14%	0,101	0,125	0,226	0,250	59,44	0%	90,77	25,21
5	50,00	10,00	149,00	148,50	5,00%	0,007	0,004	0,011	0,250	59,44	0%	1,38	0,38
6	3309,98	300,00	150,00	149,00	0,33%	0,154	0,125	0,279	0,279	56,20	0%	86,08	23,91
7	2100,00	71,00	149,50	149,00	0,70%	0,045	0,030	0,074	0,250	59,44	30%	40,43	11,23
8	5000,00	100,00	149,50	149,00	0,50%	0,062	0,042	0,104	0,250	59,44	0%	137,53	38,20
9	1261,63	120,00	148,90	149,00	0,08%	0,100	0,050	0,150	0,250	59,44	0%	34,70	9,64

\* El camino de acceso a la balsa (tramo 10), al ser en tierras, no se considera dentro de las cuencas

Nº: Número de cuenca

A (m<sup>2</sup>): Superficie de la cuenca en metros cuadrados

L (m): Longitud en proyección horizontal desde el punto más alto hasta el punto más bajo de la cuenca en metros

Cmax (m): Cota máxima de la cuenca en metros

Cmin (m): Cota mínima de la cuenca en metros

Pc %: Pendiente de la cuenca en m/m

Te (h): Tiempo de escorrentia en horas

Tr (h): Tiempo de recorrido en horas

Tc (h): Tiempo de concentración en horas

Tc'(h): Tiempo de concentración corregido, al no considerarse tiempos de concentración con un valor inferior a 15 minutos, en horas.

It (mm/h): Intensidad media máxima para una duración igual al tiempo de concentración, Tc, de la sección de cálculo en milímetros/hora.

Qmax(m<sup>3</sup>/h): Caudal máximo de la cuenca en el tiempo de concentración Tc', en metros cúbicos/hora.

Infiltración: Porcentaje de infiltración al no estar completamente asfaltado

Qmax (l/s): Caudal máximo de la cuenca en el tiempo de concentración Tc', en litros por segundo.

Como podemos observar, el tiempo de concentración final es el más restrictivo y en casi todos los casos es de 15 minutos obteniendo el mismo tiempo de concentración para todas las cuencas. Dado que los tiempos de concentración calculados para cada cuenca son inferiores, podemos concluir que el caudal de aguas pluviales estará ligeramente sobredimensionado, algo que tendremos en cuenta a la hora de definir los diámetros de los colectores.

#### 2.5.5 SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales que van a aportarse a la red pertenecen únicamente a la parcela de Equipamiento. El caudal es directamente proporcional a la dotación de agua potable (8l/sg) , multiplicando el caudal obtenido por el coeficiente de retorno de aguas residuales en usos industriales y terciarios (0,855).

El caudal obtenido se puede reflejar en la siguiente tabla:

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Qp Caudal (l/s)	Caudal retorno (l/s)
EQ	5.000	0,46	0,40

#### 2.5.6 Dimensionamiento hidráulico

##### DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES

##### CAUDAL CIRCULANTE POR CADA COLECTOR

Tal y como se han diseñado los colectores, se va produciendo un efecto río al ir desembocando los afluentes en los principales, con lo cual el caudal de cada colector consta de dos componentes: el caudal producido por las aguas vertidas en su área de influencia más los caudales que provienen de aguas arriba.

Así, se han construido la siguiente tabla:

Tramo	Longitud	Cuencas	Q (l/s)*
Tramo 2	161,00	1+2	22,90
Tramo 3	283,00	1+2+3	47,95
Tramo 4	300,00	1+2+3+4	73,16
Tramo 6	309,00	1+2+3+4+5+6	97,46
Tramo 9	61,00	1+2+3+4+5+6+7+8+9	156,53
Acometida EQ	16,70	Residuales+ Cuenca 8	38,60
Tramo 10	170,00	1+2+3+4+5+6+7+8+9+resid	195,13

\*los caudales indicados son acumulativos, dado que suman el caudal de su tramo más el caudal de aguas arriba.

#### DIMENSIONAMIENTO DE CADA COLECTOR

Para este cálculo, ya que las tuberías de drenaje no funcionarán a presión, se usará la formulación de Manning, de probada eficacia en el cálculo de conducciones no sometidas a presión:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot S$$

Donde:

- Q: Caudal, en m<sup>3</sup>/s
- n: Coeficiente de rugosidad
- R: Radio hidráulico, en m
- J: Pendiente en m/m
- S: Sección inundada

Se toman colectores de PVC (n= 0,009) para todos los diámetros. Las conducciones cumplirán con el Pliego de Prescripciones.

No se considera pertinente la colocación de pozos de resalto ni otras estructuras que hagan perder continuidad a la cota de la lámina. No se han seleccionado tuberías de diámetro inferior a 315 mm ni aún en los comienzos de ramal.

Como criterio de cálculo se establece un llenado máximo del 85% del calado de la tubería. No se han aceptado velocidades a pleno rendimiento mayores de 3 m/s ni inferiores a 0,6 m/s para asegurar la autolimpieza. Los diámetros se han elegido como el diámetro comercial inmediatamente superior al obtenido en el cálculo.

El proyecto plantea la previsión de las acometidas de las diferentes parcelas con diámetros de 200 mm de PVC.

Se ha ordenado la información en la siguiente tabla:

Tramo	Longitud	Q (l/s)	Cota max	Cota min	P m/m	S max	Diámetro (mm)
Tramo 2	161,00	22,90	156,260	155,900	0,002	0,033	315
Tramo 3	283,00	47,95	155,900	155,300	0,002	0,059	315
Tramo 4	300,00	73,16	155,300	154,600	0,002	0,078	315
Tramo 6	309,00	97,46	154,600	154,100	0,002	0,111	400
Tramo 9	61,00	156,53	154,100	154,000	0,002	0,158	400
Acometida EQ	16,70	38,60	145,250	144,601	0,039	0,017	200
Tramo 10	170,00	195,13	154,000	153,660	0,002	0,173	400

## SUMIDEROS

Los sumideros proyectados se dispondrán cada 30 metros como máximo en las zonas pavimentadas, con lo que la superficie drenada por cada uno de ellos presentará un máximo de 600 m<sup>2</sup>.

## POZOS DE REGISTRO

Se emplearán pozos de registro formados por aros de 120 centímetros de diámetro (rematados en un cono con tapa de 60 centímetros según las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas. Se colocarán pozos de registro en los puntos señalados en *Plano 9.1.- Saneamiento – Planta* y en cualquier caso en los siguientes puntos:

- En los cambios de alineación y de pendiente de la tubería
- En las uniones de los colectores o ramales
- En los tramos rectos de tubería en general a una distancia de 50 metros

Tramo	Nombre Pozo	Cota rasante (m)	Cota solera (m)	Altura pozo (m)	Altura pozo real (m)
	1	158,630	156,380	2,250	2,250
	2	158,550	156,300	2,250	2,250
Tramo 2	3	156,260	154,010	2,250	2,25
	4	156,630	154,330	2,300	2,750
	5	156,460	154,075	2,385	2,750
	6	157,680	155,183	2,497	2,750
Tramo 3	7	156,950	154,400	2,550	2,750
	8	158,000	155,344	2,656	2,750
	9	160,000	157,238	2,762	2,750
	10	162,550	159,682	2,868	3,250
	11	164,110	161,136	2,974	3,250
	12	163,540	160,497	3,043	3,250
	13	161,690	158,541	3,149	3,250
Tramo 4	14	160,000	156,734	3,266	3,250

	15	158,520	155,137	3,383	3,750
	16	156,750	153,251	3,499	3,750
	17	154,380	150,764	3,616	3,750
	18	152,290	148,557	3,733	3,750
	19	150,960	147,111	3,849	4,250
	20	150,080	146,150	3,930	4,250
	21	150,100	146,089	4,011	4,250
	22	150,160	146,106	4,054	4,250
Tramo 6	23	149,570	145,435	4,135	4,250
	24	149,350	145,134	4,216	4,250
	25	149,110	144,842	4,268	4,750
	26	148,950	144,601	4,349	4,750
	27	147,500	145,250	2,250	2,250
Tramo 9	28	148,870	144,458	4,412	4,750
	29	148,870	144,376	4,494	4,750
	30	148,870	144,360	4,510	4,750
	31	147,774	144,279	3,495	3,750
Tramo 10	32	147,015	144,221	2,794	3,250
	33	146,231	144,161	2,071	2,250
	34	145,493	144,104	1,389	2,250

#### BALSA DE ACUMULACIÓN

La balsa de acumulación prevista para almacenamiento de aguas pluviales y residuales tratadas, antes de su impulsión para alcanzar el punto de vertido autorizado, se dispondrá en la zona verde, al sur del ámbito.

El caudal recogido en la red, pasará previamente a través de un pozo de debaste y un separador de grasas.

Para su dimensionamiento se ha tenido en cuenta en primer lugar la máxima lluvia acumulada en lluvia intensa durante 2 horas:

Volumen agua total lluvia intensa	563,51 m <sup>3</sup>
Volumen agua total lluvia intensa 2 horas	1.127,03 m <sup>3</sup>
Aguas residuales	2,88 m <sup>3</sup>

Total

1.129,91 m<sup>3</sup>

Al mismo tiempo, se ha considerado, según datos estadísticos históricos, la precipitación media por meses y días de lluvia, para establecer el criterio de dimensionamiento de la balsa.

Precipitación media (mm) según estación 9521R Ribera baja del Ebro según datos estadísticos del Gobierno de Aragón:

Enero	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	Año
23,8	20,8	19,4	37,5	44,80	26,9	14,6	20,0	33,8	39,6	29,5	24,1	334,8

Media estadística de días de lluvia al mes, extrapolando datos del aeropuerto de Lleida y el de Zaragoza, como estaciones más próximas.



El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Días de	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Lluvia	3,1d	2,5d	3,6d	4,9d	5,8d	4,1d	2,5d	3,2d	4,3d	5,4d	4,2d	3,2d

Según weathespark

Precipitación máxima (mm) en un periodo de retorno de 10 años

Periodo de retorno 10 años

Duración

72h      48h      24h      12h      6h



PRECIPITACIÓN EN mm	73,8	71	65,6	46,2	39
---------------------	------	----	------	------	----

Con todo lo anterior, podemos establecer dos volúmenes máximos a considerar en el cálculo de la balsa:

- Volumen agua lluvia intensa recogida durante 2 horas + residuales: 1.129,91 m<sup>3</sup>
- Máxima lluvia recogida en 24 horas retorno 10 años: 65,60 mm = 1.483,67 m<sup>3</sup>

Superficie de cuencas		22.616,86	m <sup>2</sup>
It Máxima lluvia en 1h según cálculos pluviométricos	59,44	mm	1.344,45 m <sup>3</sup>
Máxima lluvia en 24h	65,60	mm	1.483,67 m <sup>3</sup>
Máxima lluvia en 72h	73,80	mm	1.669,12 m <sup>3</sup>
Lluvia acumulada en mayo	41,20	mm	931,81 m <sup>3</sup>
Volumen agua total lluvia intensa	563,51	m <sup>3</sup>	156,531594 l/s
Volumen agua total lluvia intensa 2 horas	1.127,03	m <sup>3</sup>	
Aguas residuales	2,88	m <sup>3</sup>	
Total	1.129,91	m <sup>3</sup>	

Con estos volúmenes, se considera una balsa de capacidad 1.215 m<sup>3</sup>, con dimensiones 15m x 32m y 1,5 m de profundidad. Los taludes presentarán una pendiente de 1:6 . El aliviadero o punto de salida de agua para verter bien a la red de bombeo hasta el punto de vertido, bien a la salida al barranco, se dispondrá a la altura de 1,5m. En el caso de alcanzar el volumen acumulado de 1.215 m<sup>3</sup>, el aliviadero entrará en funcionamiento, así como el equipo de bombeo, conduciendo el agua hasta el punto de vertido autorizado.

La balsa, se dimensiona no obstante con una profundidad total de 2 metros de altura, siendo capaz de asumir otros 668 m<sup>3</sup> adicionales a los anteriores, por seguridad, evitando así posibles desbordamientos puntuales, y alcanzando un volumen total de 1.883 m<sup>3</sup>.

	Dimensiones de la balsa					Exigencia de precipitación
	ancho	largo	profundidad	talud	volumen	
Capacidad balsa hasta aliviadero	15,00	32,00	1,50	6,00	1.215,00 m <sup>3</sup>	> 1.129,91 m <sup>3</sup>
Capacidad balsa/seguridad	15,00	32,00	2,00	8,00	1.882,67 m <sup>3</sup>	> 1.483,67 m <sup>3</sup> > 1.669,12 m <sup>3</sup>

Si bien, como se puede observar el volumen admitido total sería muy superior a lo requerido según los datos estadísticos, más considerando que existirá un equipo de bombeo que entrará en carga una vez se alcancen los 1.215 m<sup>3</sup>, se ha adoptado este criterio con el objeto de poder asumir la segunda alternativa propuesta para la red, en la que, una vez se hubiera conseguido la autorización oportuna de la Confederación Hidrográfica del Ebro para realizar la balsa y filtrar a tierras, no exista equipo de bombeo y directamente el aliviadero vierta al barranco. En esta alternativa, por tanto, se ha de considerar que el aliviadero, según la intensidad de lluvia caída, o por obturación puntual, podría no evacuar el agua tan rápido como se solicita, por lo que el volumen completo de la balsa debe asumir un mayor volumen que el agua acumulada en 72h de la que se tiene registro.

La caseta de bombas para la red de conexión con el punto de vertido se localizará junto a la balsa. Y desde esta, hasta el punto de vertido autorizado, paralela a la red de pluviales, manteniendo una distancia en paralelo de al menos 1,00 metro. Los conductos serán de PVC, y su dimensionado se realiza en base a la diferencia de volumen entre la lluvia máxima acumulada en 24h y en 72h y la capacidad de la balsa por debajo del aliviadero.

Red hasta punto de vertido	Volumen m <sup>3</sup>	exceso m <sup>3</sup> /día	exceso m <sup>3</sup> /sg	diámetro mm	diámetro mm	materia l
Máxima lluvia en 24h	1.483,67	268,67	0,00310956	113,25	150,00	pvc
Máxima lluvia en 72h	1.669,12	454,12	0,005256068	137,89	150,00	pvc

Se debe considerar, que en el caso de realizarse en tierras la balsa, la capacidad de infiltración del terreno existente, según geotécnico aportado como anejo es 7,00 mm/h por lo que en 1 día la capacidad de absorción se estima en 199,58 m<sup>3</sup>.

	infiltración mm/h	área balsa m <sup>2</sup>	volumen infiltrado m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día
Infiltración al terreno	7,00	1.188,00	8,32	199,58

Con ello, se puede realizar la siguiente estimación de días necesarios para la filtración completa del almacenamiento en balsa:

	volumen m3	tiempo de filtración hasta vaciado días
Volumen agua total lluvia intensa 2 horas	1.129,91	5,66
Máxima lluvia en 24h	1.483,67	7,43
Máxima lluvia en 72h	1.669,12	8,36

En cualquiera de los casos, el presente proyecto asume como propuesta principal, tal como se ha venido desarrollando, la conexión de la balsa con el punto de vertido autorizado existente, llevando las aguas recogidas desde la balsa, y mediante bombeo, a este punto. Este vertido se realizará únicamente una vez se alcance un volumen de acumulación superior a los 1.215 m<sup>3</sup>, siendo por tanto asumible su vertido dentro del volumen ya autorizado (148.000m<sup>3</sup>/año), considerando tanto el histórico que existe en la fase I, el cual se aporta, como la máxima acumulación de lluvia en 72horas recogida, la cual generaría un vertido de 454,12 m<sup>3</sup> en ese periodo punta.

Anualidad	Vertido total anual (m3)
2016	36.001
2017	42.779
2018	59.590
2019	69.451
2020	49.915

## 2.6 RED ELÉCTRICA Y DE ALUMBRADO PÚBLICO

La instalación eléctrica y de alumbrado público quedan definidas en los proyectos específicos que se adjuntan a la presente memoria.

Serán objeto de recepción por parte de la empresa suministradora Endesa.

## 2.7 RED DE GAS

En esta fase II de la urbanización, no se ejecutará ninguna red de gas adicional a la ya ejecutada en la primera fase de urbanización, donde ya se abastece a la parcela industrial.

## 2.8 RED DE TELECOMUNICACIONES

No se prevé instalación de red de telecomunicaciones específica para esta fase II dado que ya que se realizó la instalación de una antena para dar servicio al sector completo en la primera Fase de Urbanización.

### 3 RESUMEN DE PRESUPUESTO

Se ha redactado un completo presupuesto por capítulos y partidas, que se presenta en el respectivo documento de Presupuesto que asciende a la cantidad de 1.735.132,01 € de presupuesto de ejecución material.

4  
4  
4

### 4 ANEJO JUSTIFICATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS Y ORDENANZAS DE INCENDIOS.

El presente apartado justifica el cumplimiento del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio en el Proyecto de Urbanización del Sector Clave 5.2 de Escatrón, Zaragoza.

A efectos de proyecto de Urbanización, se ha de cumplir la Sección SI 5: Intervención de los bomberos, del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.

#### 4.1 DISPOSICIONES LEGISLATIVAS

##### EXIGENCIAS BÁSICAS

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:
  - Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007).
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25- enero-2008).
- Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009).
  - Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010).

- Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30-julio-2010)
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019)

Atendiendo a la SECCIÓN SI 5 DEL DB SI. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS, se regula lo siguiente:

#### 1- Condiciones de aproximación y entorno

##### Aproximación a los edificios

1- Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m;
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

2- En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

Siguiendo, por tanto, con el trazado de viales establecido en el Plan Parcial, se pueden considerar que cumplen con los requisitos de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra, en todos sus tramos.

## 5 ANEJO JUSTIFICATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS Y ORDENANZAS DE SUPRESIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

### 5.1 Cumplimiento de la normativa

El presente documento justifica el cumplimiento de la Normativa de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación (Ley 3/1997 y Decreto 19/1999) en el Proyecto de Urbanización del Sector Clave 5.2, Escatrón, Zaragoza

Mediante el cumplimiento de la Ley 3/1997 se garantizará a las personas con dificultades para la movilidad o limitación física la accesibilidad a todo el ámbito del proyecto, evitando cualquier tipo de barrera u obstáculo físico (artículo 1).

Según el artículo 2, están sometidas a la Ley 3/1997 todas las actuaciones relativas al planeamiento, gestión y ejecución en materia de urbanismo que se realicen por cualquier persona física o jurídica, de carácter público o privado, en el ámbito territorial de la Comunidad autónoma de Aragón.

La naturaleza de nuestro Proyecto de Urbanización implica que las barreras a salvar sean las del tipo físico indicadas en el artículo 3.1.a de la Ley 3/1997: Barreras arquitectónicas urbanísticas, cuando se encuentran situadas en vías urbanas y espacios libres de uso común recogido en el capítulo I de esta Ley.

El objeto del Decreto 19/1999 es el desarrollo de la Ley 3/1997 y regular las normas técnicas y criterios básicos destinados a facilitar a las personas en situación de limitación la accesibilidad y la utilización de los bienes y servicios de la sociedad, evitando y suprimiendo las barreras y obstáculos físicos o sensoriales que impidan o dificulten su normal desenvolvimiento, así como establecer las medidas de fomento y control que permitan el cumplimiento de dichos fines.

De acuerdo con el artículo 8 del Decreto 19/1999, los espacios de uso público de accesibilidad urbanística deberán cumplir las normas técnicas establecidas en los anexos I y II del Decreto.

## 5.2 Itinerarios horizontales accesibles

Los lugares de tránsito de personas tienen anchuras de paso dimensionadas considerando que han de permitir el uso autónomo de las personas en situación de limitación, con especial referencia a las personas en sillas de ruedas.

En el Proyecto de Urbanización del Sector Clave 5.2 de Escatrón, la menor anchura libre de paso se sitúa en los puntos donde coexisten colindantes los espacios peatonales con los aparcamientos en línea, cumpliéndose en estos puntos que la acera presenta una anchura no inferior a 1,80 m.

Las señales de circulación y elementos vegetales que se sitúen sobre el paso de libre circulación están por encima de una altura mínima de 2,10 m.

Los pavimentos tienen una superficie dura, antideslizante, continua y reglada.

Las tapas de registro, rejillas o relingas de alcorques están enrasadas con el suelo.

En los pasos de peatones los desniveles entre acera y calzadas se salvarán rebajando aquellas hacia las ríogolas, con rampas de pendiente no superior al 8%, sin resaltes entre bordes inferiores de rampas de aceras y rincones inferiores de ríogola. La longitud de los rebajes, medida en el borde inferior de la rampa, será igual al ancho de paso, y no menor de 150 cm.

Zaragoza, enero 2022

Constan las firmas

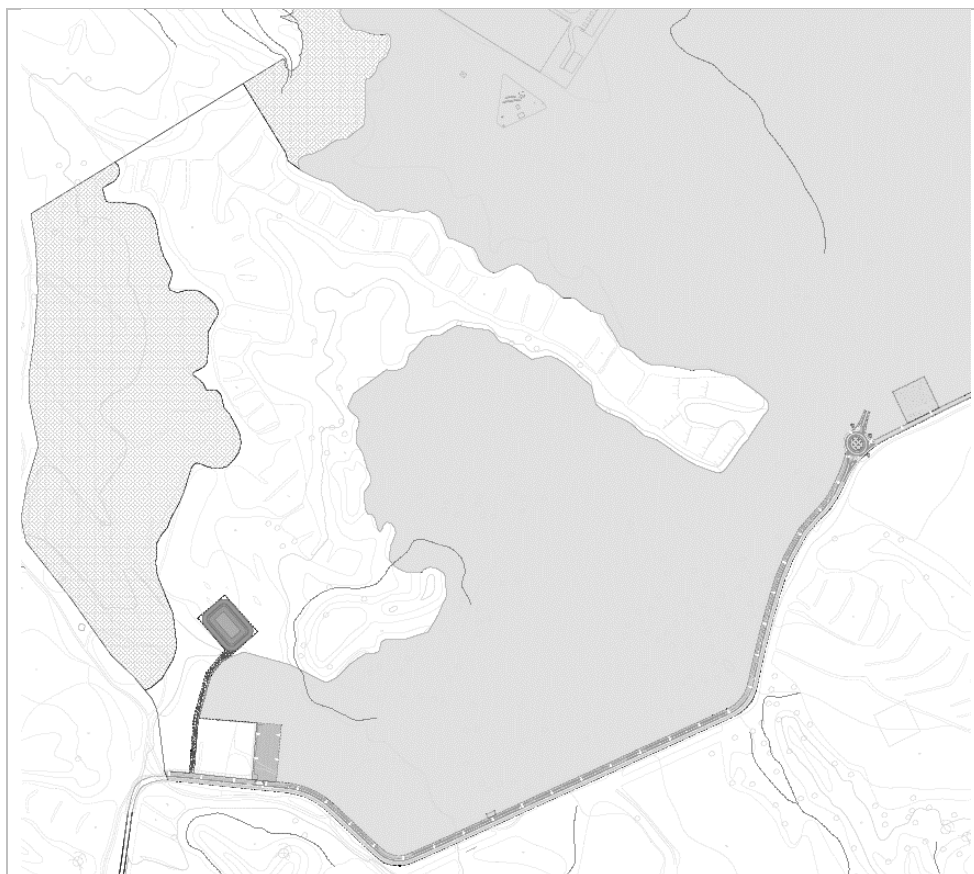
XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Industrial

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Arquitecta





ANEXOS  
PROYECTO DE URBANIZACIÓN FASE II  
SECTOR CLAVE 5.2  
ESCATRÓN | ZARAGOZA



ENERO 2022

*"El formato, ideas, formulas y diseño, y demás elementos integradores son propiedad de los redactores del presente documento y concretamente de DEURZA (Desarrollos Urbanísticos de Zaragoza, S.L), por lo que queda totalmente prohibido, a expensas de su autorización, su uso más allá del necesario para lograr los fines derivados de su encargo y contratación. Asimismo, queda prohibida su copia, distribución o uso por terceros a efectos de elaboración de documentos de similares características, reservándose la parte autora el derecho a emprender cuantas acciones legales fueran pertinentes para la defensa de su trabajo y contenido intelectual".*

Vista de la Planta de Ciclo Combinado  
en el Sector



Acceso a planta Ciclo Combinado



Interior de la Planta de Ciclo Combinado



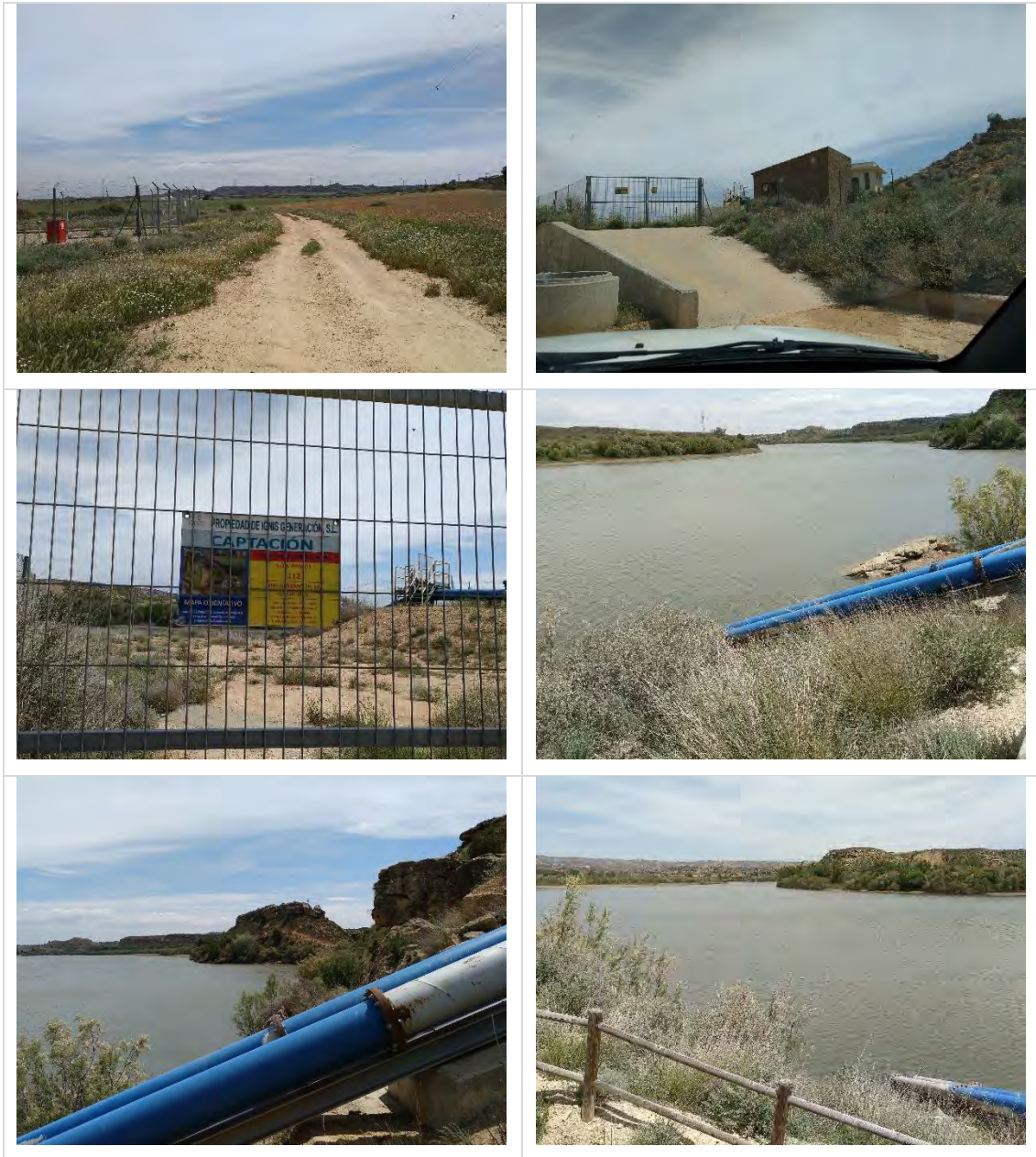


Captación de agua en el Ebro



Acceso a captación





Balsas



Vial de acceso a la Planta de CC



Paisaje del Sector







EXPEDIENTE: 21OG1078

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO  
AMPLIACIÓN VIAL DE ACCESO A  
CENTRAL ELECTRICA.  
ESCATRÓN (ZARAGOZA)

Peticionario:  
IGNIS Generación S.L.

Zaragoza, Abril 2021



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ENCUADRE GEOLÓGICO .....	2
3. CALICATAS DE RECONOCIMIENTO .....	8
3.1 Perfil litológico .....	8
3.2. Nivel freático .....	11
4. CARACTERISITICAS DE LOS MATERIALES .....	11

### DOCUMENTACIÓN ANEXA

ANEXO I. Mapa Geológico de la zona de estudio

    Esquema de situación de los trabajos de campo

ANEXO II. Perfil litológico calicatas mecánicas. Fotografías.

    Gráficos de las penetraciones dinámicas

## 1. INTRODUCCIÓN

Por indicación de Deurza, S.L., en representación de **IGNIS Generación S.L.**, como propietario único de la junta de compensación del polígono 5 de Escatrón, se nos solicita, en abril de 2021, la realización de un estudio geológico-geotécnico para ampliación de parte de un vial y zona de parking anexa, de acceso a una central eléctrica situada en el T.M. de Escatrón (Zaragoza).



Figura 1. Situación de la parcela de estudio.

En base a la documentación aportada por el peticionario, el viario a ampliar, que se sitúa al sur de la central entre ésta y la carretera A-221, presenta una longitud de unos 1.400 ml, teniéndose previsto realizar el ensanche del mismo en 5 m en dirección norte.

El objetivo del presente estudio es realizar el reconocimiento del terreno sobre el que se asienta el actual firme de la carretera, así como la caracterización de los materiales encontrados para su uso como terraplén y caracterización de la explanada, tanto en el vial como en la zona de parking que se tiene previsto realizar. De esta forma y para llevar a cabo el estudio se ha realizado el reconocimiento del terreno en base de seis **(6) calicatas mecánicas**. La ubicación de estas a lo largo del recorrido queda reflejada en el plano de la Lamina 2 que se adjunta en el anexo gráfico. Las calicatas de

reconocimiento superficial, realizadas mediante una pala excavadora tipo mixta, nos permiten la observación directa del terreno in situ y su comportamiento en zanja abierta, pudiéndose extraer muestras para su análisis y caracterización en el laboratorio.

El presente informe está constituido por el conjunto de trabajos realizados, tanto en gabinete, en campo como en el laboratorio, así como por los resultados extraídos de los mismos, y que se distribuye en una memoria y una serie de documentación anexa.

## 2. ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se enmarca dentro del dominio de la Cuenca Terciaria del Ebro, que geográficamente, es una depresión relativa enmarcada por los Pirineos, la Cordillera Ibérica y las Cadenas Costero-catalanas. De forma triangular, en su extremo occidental enlaza con la Cuenca del Duero por el corredor de La Bureba. Representa la última fase de evolución de la cuenca de antepaís surpirenaica, y sus límites y estructura actual se establecieron entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior, cuando los cabalgamientos frontales surpirenaicos alcanzaron su emplazamiento definitivo. La geometría del relleno de la cuenca presenta una forma de prisma abierto hacia el norte (ver fig. 2) con base del Terciario situada a más de 3.000 metros bajo el nivel del mar en el margen Pirenaico (Riba et al., 1983; ITGE, 1990).

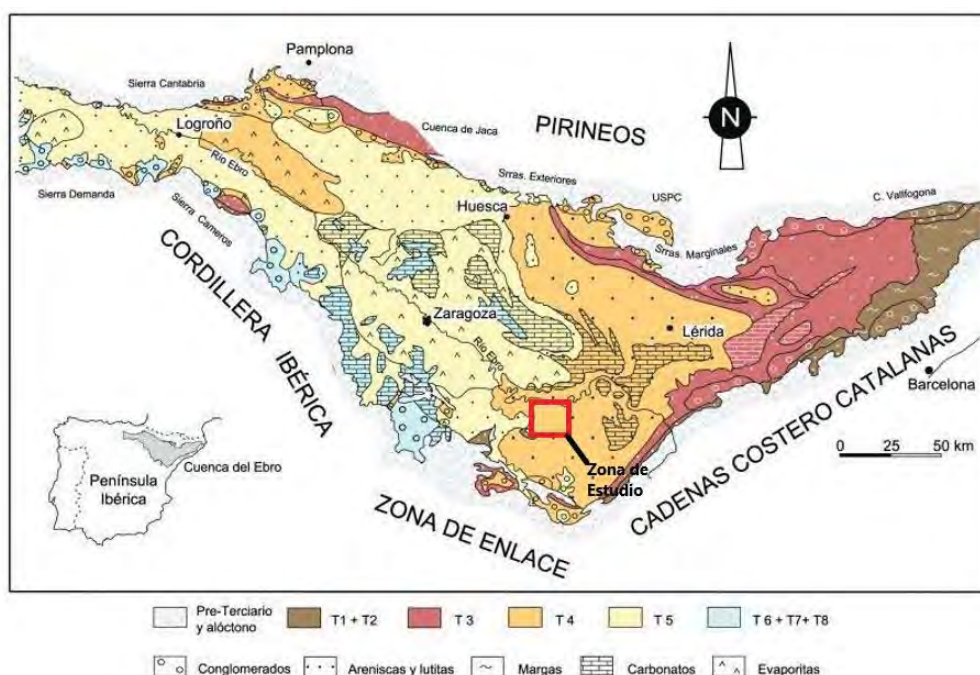


Figura2. Mapa geológico de la península Ibérica cartografía de las unidades tectono-sedimentarias (modificado de Alonso-Zarza et al., 2002).

Geológicamente la región forma parte del sector central de la Cuenca del Ebro. Esta cuenca se configura como una cuenca de antepaís, relacionada con la evolución del orógeno pirenaico (PUIGDEFABREGAS et al., 1986), actuando como centro de depósito de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras circundantes: del Pirineo, situado al norte, y de la Cordillera Ibérica, situada hacia el sur y suroeste. Concretamente el área se sitúa sobre los materiales de la unidad tecto-sedimentaria T4 de Oligoceno superior, cauterizado por series detríticas de lutitas y areniscas.

Este sector central es el más amplio de los tres en el que se divide la cuenca, pero es el que presenta una menor subsidencia, de estructura prácticamente tabular (ver fig. 3), en el que la sedimentación presenta un desplazamiento progresivo hacia el margen ibérico, el cual evoluciona finalmente como margen pasivo de la cuenca.

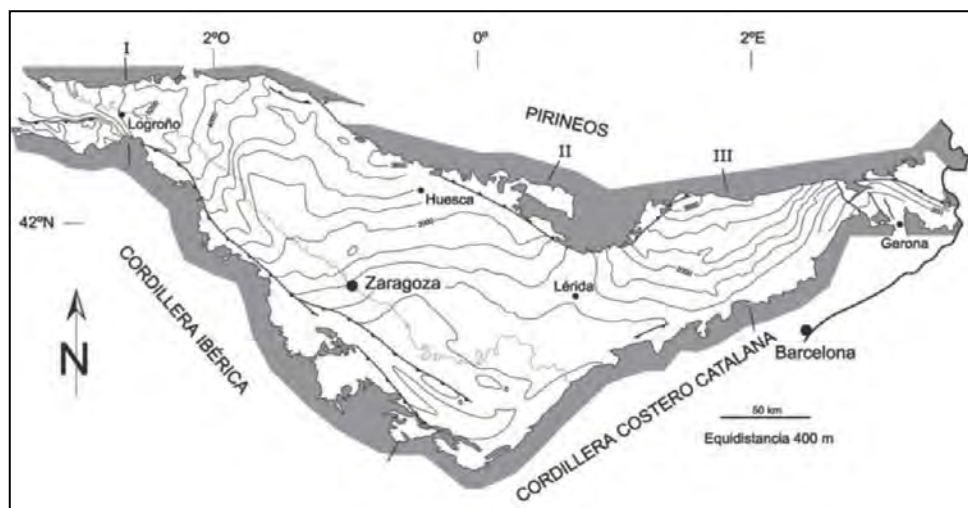


Figura 3. Mapa de isobatas de la Cuenca del Ebro. Simplificado de ITGE (1990). Geología de España, J.A. Vera 2004.

Los materiales terciarios (Oligoceno) característicos de esta zona de la cuenca pertenecen a la unidad Mequinenza-Ballobar, formada fundamentalmente por materiales de origen continental, conglomerados y areniscas en alternancia, que hacia el NO en la zona de Escatrón evolucionan a materiales de origen lacustre-palustre representados por capas de caliza alternando con lutitas y ocasionalmente capas de yeso y arenisca. Este conjunto, pueden alcanzar espesores superiores a los 120-150 metros. La evolución vertical de la unidad es de sedimentos detríticos de abanico aluvial a sedimentos de origen lacustre.

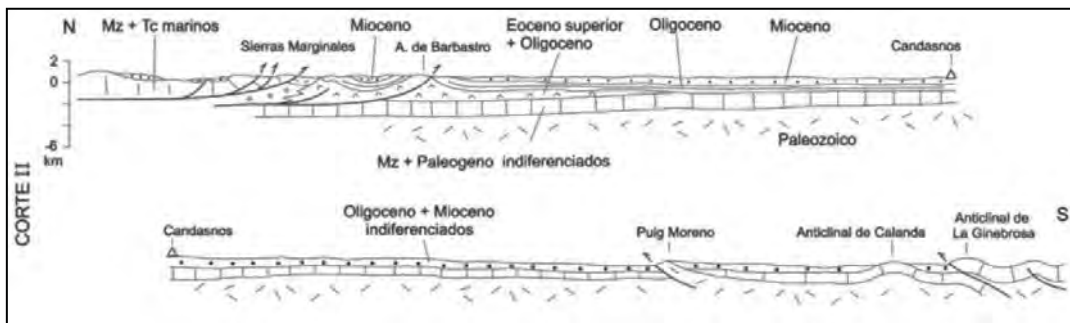


Figura 4. Corte sintético del sector central de la Cuenca del Ebro. Simplificado a partir de Martínez-Peña y Pocoví (1988), Senz y Zamorano (1992) y González (1989). Geología de España, J.A. Vera 2004.

Tal y como puede verse en el mapa de la Lamina 1 de anexo y con más detalle en la figura 5, en la zona por donde discurre el vial a estudiar afloran materiales fundamentalmente de edad terciaria que aparecen cortados como consecuencia de la acción erosiva del agua, por fondos de val donde se deposita la serie cuaternaria de área.

De esta manera las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio son las siguientes:

Materiales Terciarios: Dentro de estos materiales de edad oligoceno superior pueden encontrarse las siguientes unidades:

- Unidad 2 y 3: Está formada por una alternancia de areniscas y lutitas en tonalidades amarillentas, ocre y rojizas (2). Las lutitas aparecen a techo de la serie en las proximidades de la unidad 4 y suelen presentar bioturbación de raíces. Las areniscas por lo general son de grano medio de canaliformes a subtabulares, con potencias de hasta 3.0 m. La unidad 3 haría referencia a las areniscas de relleno de paleo-canales claramente diferenciables en la zona.
- Unidad 4: Está formada por calizas y yesos con niveles de areniscas. Se distribuye en dos tramos, uno inferior formado por calizas con lutitas y yeso alabastrino y areniscas yesíferas y, otro superior carbonatado con lutitas y arenisca amarillentas en la base.
- Unidad 6: Aparece constituida por areniscas y lutitas de tonalidades rojas y amarillentas que localmente pueden contener yeso. Se trata de una alternancia de areniscas en tonos beige amarillentos y rojizos dispuestas en grandes paleo-canales y con los niveles de lutitas.

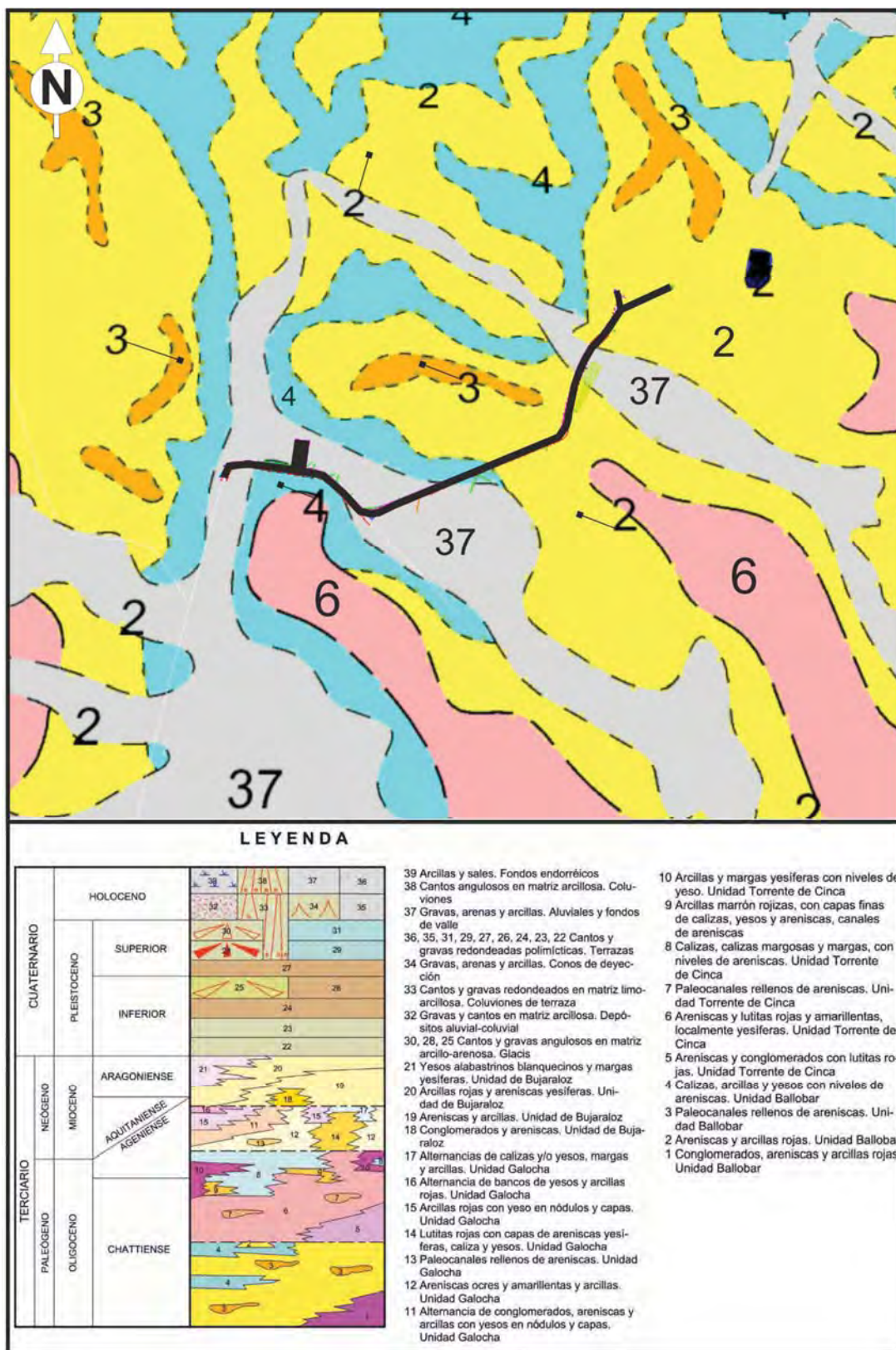


Figura 5. Mapa geológico de España (IGME)

Materiales Cuaternarios, Unidad (37): Los materiales cuaternarios en la zona de estudio tienen menor representación reduciéndose a depósitos de fondo de valle. Se trata de materiales de edad Holocena, que aparecen rellenando fondo de valle plano como consecuencia de una génesis mixta, aluvial y de depósito de ladera. Están formados arcillas y arenas con cantos subangulosos a subredondeados de areniscas calizas y yeso, como consecuencia de la naturaleza de su área fuente. Por otro lado, a techo es frecuente que se implante la actividad antrópica, fundamentalmente agrícola, de tal forma que es frecuente detectar un nivel superficial de alteración de los limos y arcillas a un suelo vegetal, rico en materia orgánica.

Por otro lado, en cuanto a las características geomorfológicas de área por donde discurre el vial, tal y como ya se ha comentado, esta surcado por un fondo de valle plano que aparece atravesando a los relieves de los materiales terciarios de la zona. Estos relieves se incluyen dentro del grupo de morfologías poligénicas ya que en su formación interviene más de un proceso.

Los vales de fondo plano como las que se encuentran en el área, son de gran importancia en el moldeado del relieve de la región, presentando morfologías en artesa que por lo general no presentan concavidad de enlace con la vertiente laterales. En la génesis de los depósitos en estas zonas interviene tanto aportes laterales de origen coluvial como longitudinales de origen fluvial siendo también importante los aportes de sedimentos finos de génesis eólica.

Por otro lado, y como ya se ha comentado, al ser litologías favorables para la instalación de cultivos, es frecuente que estas áreas presenten aterrazamientos antrópicos que tienen gran importancia en cuanto que preservan y controlan la dinámica erosiva.

Tal y como se puede observar en la figura 6, y se vio el día que se realizaron los trabajos de campo, la parte Este del vial estaría implantada en uno de estos fondos de valle, que atraviesan los materiales terciarios que aflorarían en la parte central del recorrido, pudiéndose observar también en la parte Norte al final del recorrido otra pequeña vaguada de menores dimensiones.

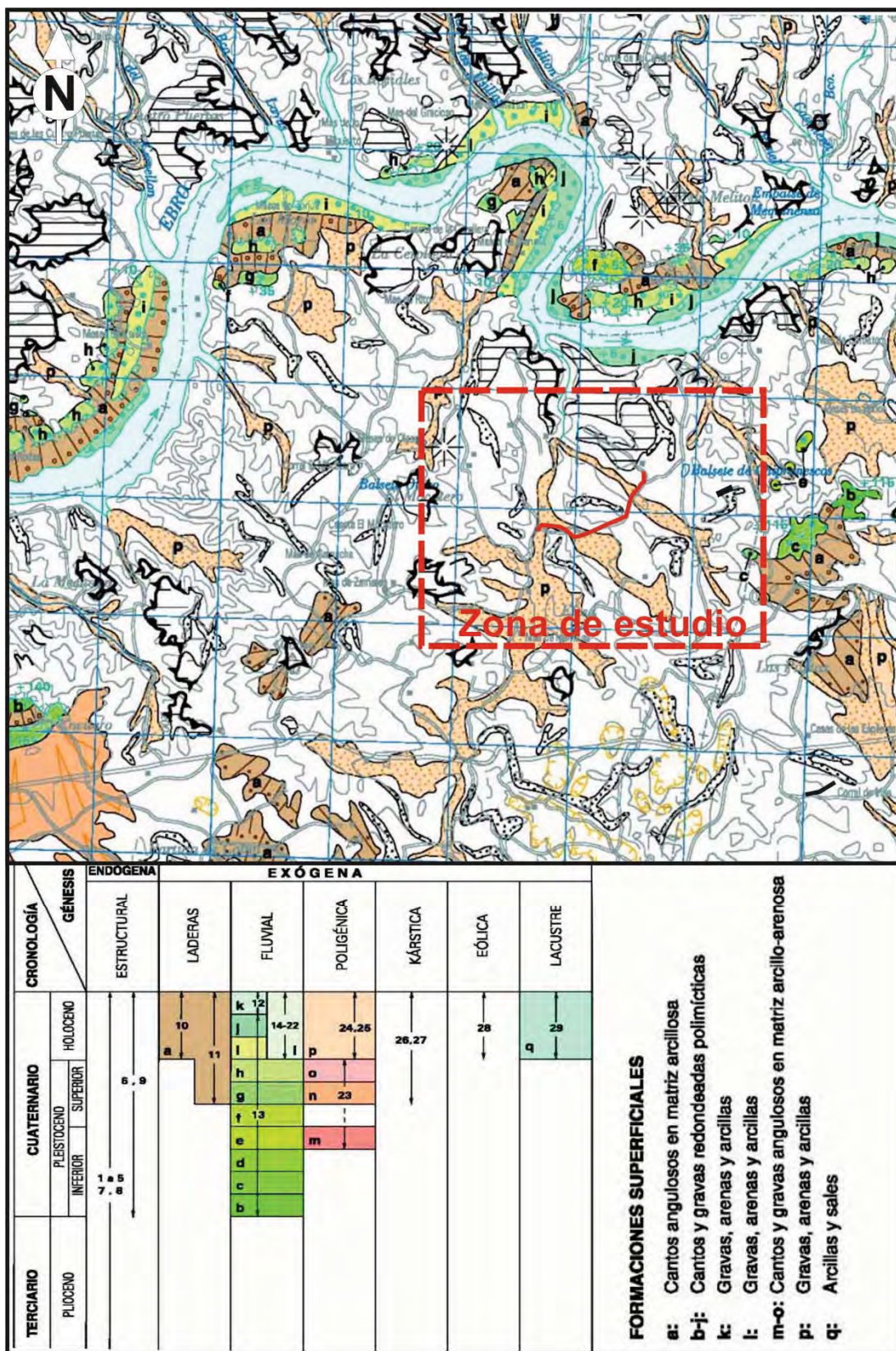


Figura 6. Mapa geomorfológico de España, Hijar 441 (IGME)



### 3. CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

Las calicatas se llevaron a cabo el día 5 de abril de 2021, empleándose para su ejecución una pala excavadora tipo mixta dotada de cuchara dentada, que nos permite efectuar una observación del corte litológico del terreno y la extracción de una serie de muestras para su posterior estudio y caracterización en el laboratorio.

La ubicación de los diferentes puntos de ensayo puede consultarse en el la lámina 2 del anexo gráfico, recogándose en el siguiente cuadro las coordenadas de cada punto:

PUNTO ENSAYO	X	Y
C-1	732537.55	4572637.82
C-2	732661.78	4572633.91
C-3	732822.16	4572527.56
C-4	732983.46	4572594.19
C-5	733293.26	4572833.31
C-6	733395.29	4573032.42

\*30T(ETRS89)

#### 3.1 Perfil litológico

Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental del estudio era observar el perfil del terreno bajo la capa de aglomerado, realizando también medidas lo más precisas posibles en ésta, las calicatas se ejecutaron en las cunetas o taludes de la carretera con el objeto de dañar ésta lo menos posible. De la misma manera y con el objeto de extraer muestra para la caracterización de la explanada en la zona donde se tiene previsto ubicar un aparcamiento, se realizó una cata, C-2, en esta zona mas alejada del vial, correspondiente a un campo de cultivo.

Las columnas litológicas de las calicatas realizadas pueden consultarse en el anexo II, adjunto a esta memoria. En estas se han podido diferenciar los siguientes niveles en sentido descendente:

1. Capa de Firme. El firme del actual vial este compuesto por una capa de rodadura de aglomerado, bajo la cual se dispone una base granular. Tal y como se puede ver en los perfiles de las calicatas la capa de asfalto se midió con un calibre o pie de rey digital, encontrándose un espesor que oscila entre los 28-48 mm según la zona. Por debajo de la capa de rodadura se observa la presencia de una base granular formada por gravas con cantos

redondeados y subesféricos incluidas en una matriz limosa de color marrón anaranjado. En base al ensayo de laboratorio realizado estos materiales quedan definidos como gravas arcillo-limosas con algo de arena, perteneciendo al grupo GC-GM, de Casagrande. Esta se presenta con un espesor que oscila entre apenas los 12-14 cm a los 82-85 cm de la cata C-5. En algunas zonas se puede observar en la cuneta parte del extendido que se hizo en su día de la capa granular sobre la que se dispuso el asfalto (foto 7).

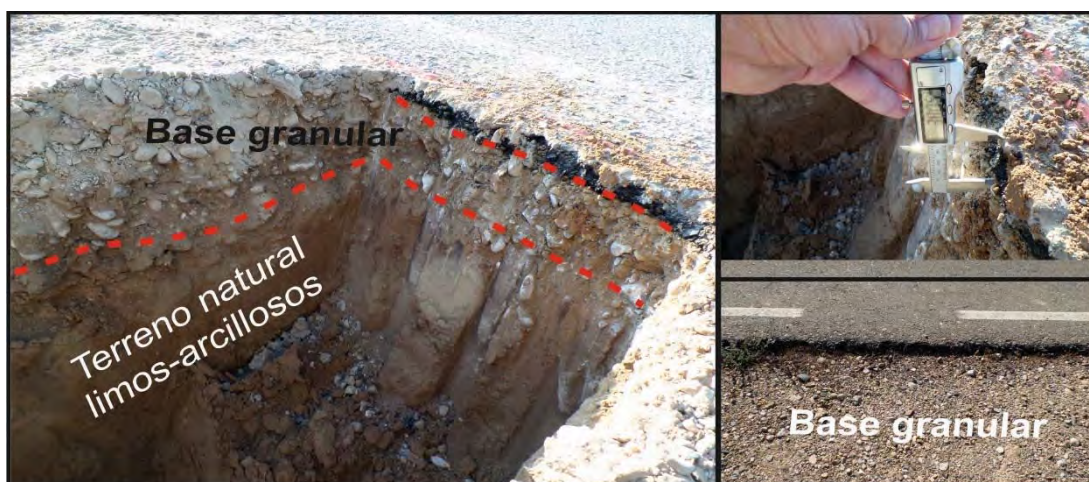


Figura 7. Detalle del perfil en la calicata C-1, detalle de medida en la capa de aglomerado, base granular extendida en cuneta.

2. Limos-arcillosos. Se detecta en todas las calicatas a excepción de la C-6, y con un escaso desarrollo, 40 cm en la C-4. Constituye el terreno natural de la zona, encontrándose por debajo de la base granular y hasta el final de la profundidad alcanzada en las excavaciones 2.0-2.2 m. Es un nivel formado por limos-arcillosos en ocasiones algo arenosos, de color marrón anaranjado, sin la presencia visible de cantos (ver figura 7). Estos materiales en base a los criterios de clasificación de Casagrande quedan definidos como arcillas inorgánicas de plasticidad baja. Este nivel se correspondería con los materiales cuaternarios de fondo de valle plano descritos en el apartado anterior, unidad 37, prestando un mayor desarrollo en aquella zona de la carretera que discurre por estas zonas, llegando a estar ausente en la zona donde afloran los materiales del sustrato rocoso. En la calicata C-2 realizada en la parcela en que se tiene previsto la ubicación del aparcamiento, este nivel se detecta por debajo de 30 cm de suelo vegetal y se desarrolla hasta el final de la excavación a 2.30 m, presentándose los limos arcillosos con un aspecto blando y húmedos.

3. Sustrato rocoso. Se detecta únicamente en las calicatas C-4 y C-6, pero puede observarse aflorando en determinados puntos del actual trazado del vial (ver foto 8), especialmente en la zona final en dirección hacia la central. En la calicata C-6 la base granular apoya directamente sobre el sustrato rocoso, mientras que en la C-4 se reconocen 40 cm de limos arcillosos, que bien pueden corresponder al terreno natural por encontramos en la margen del fondo de valle o haber sido aportados. El sustrato rocoso encontrado en las calicatas está formado por areniscas de grano fino de coloraciones grises claras a marrones. Este se correspondería con los materiales de la unidad 2 descritos en el capítulo anterior, y aunque no se ha llegado a reconocer en las catas, en los afloramientos del entorno aparece alternando con lutitas de color marrón rojizo.



Figura 8. Detalle de afloramiento del sustrato rocoso en la parte final del recorrido del tramo de carretera estudiada. Detalle de areniscas de color gris claro extraídos de las calicatas C-4 y C-6.

Durante la fase de realización de las calicatas, las paredes de las excavaciones se mantienen verticales y estables durante todo el proceso, oponiendo el terreno poca resistencia a ser excavado, en el nivel de limos-arcillosos, mientras que el sustrato

terciario encontrado se considera no ripable no pudiendo avanzar, con los medios empleados, la excavación en este debido a su alta resistencia.

### 3.2. Nivel freático

Durante la fase de realización de los trabajos de campo y hasta el final de la profundidad investigada no se ha detectado la presencia del nivel freático ni nivel de agua alguno, asociándose la humedad detectada en los materiales de la calicata C-2 a los riegos del campo de cultivo.

## 4. CARACTERISITICAS DE LOS MATERIALES

---

En base al perfil del terreno obtenido, y considerando el que el objetivo del estudio es caracterizar el terreno tanto para ampliación del vial como para la ubicación de un parking, sobre las muestras extraídas de las excavaciones se han realizado los oportunos ensayos de caracterización para explanada o uso como material de terraplén de acuerdo a lo expuesto en el artículo 330, del pliego de prescripciones técnicas para obras de carretera y puentes (PG-3/2014). Los ensayos realizados para cada una de las muestras han sido los siguientes:

- Granulometría de suelos por tamizado, UNE-103-101-95
- Determinación de los Límites de Atterberg, Normas UNE-103-103-94 y UNE-103-104-93.
- Ensayo de apisonado proctor modificado, UNE-103-501-94
- Determinación del índice de C.B.R., UNE-103-502-95
- Determinación del contenido en sales solubles, NLT-114
- Determinación del contenido en yeso, NLT-115
- Determinación contenido materia orgánica por el método del permanganato potásico, UNE-103-204
- Determinación del índice de colapso de un suelo, NLT-254/99
- Ensayo hinchamiento libre NLT-254/99

### Resultados obtenidos

Las actas detalladas de cada uno de los ensayos se pueden consultar en el anexo III.

**Muestra M-1:** Correspondiente a los limos-arcillosos, que constituirá por un lado el terreno de apoyo o explanada del futro parking, dependiendo de la cota final de este, y por otro es el terreno sobre el que apoya el firme del actual vial en gran parte de su recorrido.

MUESTRA-214904 (M-1)	Cata	C-2	Profundidad (m)	1.5
Granulometría	Dmax (mm)	2		
	#20	100	#0.40	98
	#2	99	#0.08	79
Plasticidad	L. liq. (LL)	23.4	L. plas. (LP)	15.4
	Índice de plast. (IP)	7.9		
Clasificación	Casagrande	CL	AASHTO (M 145)	A-4
Proctor	Densidad máx. (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice C.B.R.	
			100%	–
	2.05	10.33	98%	10.2
			95%	7.1
			C.B.R. Hinch (%)	0.8
Ensayos químicos	Mat. Orgánica	0.51	Yeso	2.38
	Sales solubles	2.7	Otras sales	0.32
Índice de colapso %		0.1	Hincham. libre %	0.7
Clasificación PG-3	Tolerable		Recomend. RAA	Tolerable

**Muestra M-2:** Tomada en la calicata C-4, se corresponde con la base granular del actual vial sobre la que se dispuso la capa de rodadura, se detecta en todos los puntos muestreados, apoyando sobre los materiales arcillosos en unos puntos y directamente sobre el sustrato rocoso en otros.

MUESTRA-214905 (M-2)	Cata	C-4	Profundidad (m)	0.50
Granulometría	Dmax (mm)	50		
	#20	70	#0.40	32
	#2	38	#0.08	19
Plasticidad	L. liq. (LL)	21.3	L. plas. (LP)	15.9
	Índice de plast. (IP)	5.4		
Clasificación	Casagrande	GC-GM	AASHTO (M 145)	A-1-B
Proctor	Densidad máx. (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice C.B.R.	
			100%	–
	2.24	6.06	98%	41.5
			95%	25.20
			C.B.R. Hinch (%)	0.8
Ensayos químicos	Mat. Orgánica	0.34	Yeso	1.63
	Sales solubles	2.0	Otras sales	0.37
Índice de colapso %		–	Hincham. libre %	–
Clasificación PG-3	Tolerable		Recomend. RAA	Adecuado

Una vez realizada la batería de ensayos de laboratorio pertinentes, se obtiene para las muestras analizadas una clasificación de “SUELO TOLERABLE”, siguiendo para su

clasificación las especificaciones expuestas en el artículo 330 del PG-3, por lo que de acuerdo a o expuesto en la tabla de la figura 9, extraída de la sección de firme de la Instrucción de carreteras, ambos materiales son utilizables para la formación de la explanada.

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR $\geq 3$ (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> ) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR $\geq 5$ (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 10$ (*)(**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 20$ (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

(\*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.  
(\*\*) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR  $\geq 6$  y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR  $\geq 12$ . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Figura 9. Materiales para la formación de explanada, Norma 6.1IC, Sección de firmes de la instrucción de carreteras (dic/2003).

Por otro lado, y teniendo en cuenta la zona geográfica en la que nos encontramos, para la clasificación del terreno analizado, y dada la problemática existente en ciertas partes de Aragón con las sales y el contenido en yeso, el Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Aragón, expone una serie de recomendaciones para determinados tipos de suelos, que en función del contenido en sales que pueden llegar a tener otra calificación distinta a la expuesta en el PG3, adoptando su propia simbología correlacionable con la anterior. En ese sentido en el "Pliego de recomendaciones técnicas para el dimensionamiento de firmes de la red autonómica Aragonesa" , se recoge lo siguiente, "Se han modificado algunas de las especificaciones exigidas a los suelos para terraplenes indicadas en el Art 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG.3, del Ministerio de Fomento, en los referente al contenido de yesos y sales solubles".

En sentido y teniendo en cuenta estas recomendaciones cuyo resumen queda reflejado en la tabla de figura 10, la clasificación de la muestra M-2 de acuerdo a la denominación con la nomenclatura local, sería de “(S1) SUELO ADECUADO”.

Símbolo	Designación del Material	Características	Prescripciones complementarias para su empleo en Núcleo de terraplenes
SIN	Suelo Inadecuado	Según Art. 330 del PG-3 No cumple condiciones de S00	No utilizable
S00	Suelo Marginal	Según Art. 330 del PG-3, excepto Hinchamiento libre <sup>(1)</sup> <5% No cumple condiciones de sales y yesos del S0	Estudio especial No utilizable en zonas inundables CBR <sup>(1)</sup> ≥ 3
S0	Suelo Tolerable	Según Art. 330 del PG-3, excepto: Sales solubles distintas al yeso <sup>(2)</sup> <1% Contenido de yeso <10% Hinchamiento libre <sup>(1)</sup> < 3% Colapso <sup>(3)</sup> < 1%	CBR <sup>(1)</sup> ≥ 3 No utilizable en zonas inundables
S1	Suelo Adecuado	Según Art. 330 del PG-3, excepto Sales solubles distintas al yeso <sup>(2)</sup> <1% Contenido de yeso < 5%	CBR <sup>(1)</sup> ≥ 5
S2	Suelo Seleccionado Tipo 2	Según suelo seleccionado del Art. 330 del PG-3, excepto	CBR <sup>(1)</sup> ≥ 10
S3	Suelo Seleccionado Tipo 3	Sales solubles distintas al yeso <sup>(2)</sup> <0,8% Contenido de yeso < 2 %	CBR <sup>(1)</sup> ≥ 20
S4	Suelo Seleccionado Tipo 4	Además en el caso de S4 LL < 25 e IP < 6	CBR <sup>(1)</sup> ≥ 40
R	Desmonte en roca	Según art. 320 del PG-3	—
P	Pedraplén	Según art. 331 del PG-3	Art. 331 del PG-3
TU	Todo uno	Según art. 333 del PG-3	Art. 333 del PG-3

(1) Únicamente a efectos de clasificación de suelos, los ensayos de CBR e hinchamiento de los suelos para terraplenes se realizarán con la humedad óptima y el 95% de la densidad máxima del ensayo Proctor Modificado de referencia. Si por razón de la expansividad del suelo se considera necesario colocarlo con otra humedad y densidad de referencia, la caracterización del suelo, en lo que se refiere a los ensayos CBR e hinchamiento libre, se realizarán a esa misma densidad y humedad.

(2) % de sales solubles distintas de yeso = % de sales solubles - 0,843 % yesos, estando los % referidos a la muestra total.

(3) El ensayo de colapso se realizará únicamente en terreno natural subyacente y sobre muestras inalteradas.

Figura 10. Materiales para la formación de explanada, Norma 6.1IC, Sección de firmes de la instrucción de carreteras (dic/2003).

De esta manera la ampliación del vial a realizar se ejecutará sobre materiales de grano fino muestra M-2 y sobre el sustrato rocoso. La sección de firme a ejecutar, dependerá de dos parámetros fundamentales a definir:

1-El tipo de tráfico pesado que rodará sobre el firme.

2-La tipología de la explanada sobre la que se dispondrá el firme.

En el primer caso para las categorías de tráfico se pueden seguir las recomendaciones las recomendaciones para el dimensionamiento de Firmes en la Red Autónoma Aragonesa del Gobierno de Aragón, donde se definen subcategorías de tráfico pesado tal y como pueden ver en la tabla de la figura 10. También se podrían adoptar las recomendaciones que aparecen en la norma 6.1-IC del Ministerio de Fomento.

CATEGORÍAS DEL TRÁFICO PESADO		
CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	IMDp
T1	T1	800 - 2000
T2	T2a	600 - 799
	T2b	400 - 599
	T2c	200 - 399
T3	T3a	150 - 199
	T3b	100 - 149
	T3c	50 - 99
T4	T4a	25 - 49
	T4b	< 25

Figura 11. Tabla categoría tráfico pesado de acuerdo al pliego de Firmes en la Red Autónoma Aragonesa del Gobierno de Aragón.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 12. Tabla categoría tráfico pesado de acuerdo al pliego de Firmes en la Red Autónoma Aragonesa del Gobierno de Aragón.

A los efectos de definir la estructura del firme, se establecen, tal y como se ve en el cuadro siguiente, tres categorías de explanada, denominadas E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, que se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E<sub>v2</sub>), obtenido de acuerdo con la norma NLT-357 "Ensayo de carga con placa" y la formación de estas explanadas dependerá del tipo de suelo de la explanación (suelo subyacente), y de las características y espesores de los materiales disponibles. La categoría mínima necesaria será en función del tráfico del proyecto.

Así de acuerdo con el PG-3 y la norma 6.1-IC "secciones de firme" los valores serán:



Categoría de explanada	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	$\leq 60$	$\leq 120$	$\leq 300$

La Propuesta de Recomendaciones para el dimensionamiento de Firmes en la Red Autonómica Aragonesa del Gobierno de Aragón, define tres tipos de explanada con los siguientes valores requeridos:

Categoría de explanada	EX1	EX2	EX3
$E_{v2}$ (MPa)	$\leq 100$	$\leq 150$	$\leq 300$

Finalmente, para conformar la explanada sobre la que se dispondrá el firme se adjuntan las tablas tanto de la norma 6.1-IC "secciones de firme" del ministerio (Tabla figura 13) como las de las Recomendaciones para el dimensionamiento de firmes en la Red Autonómica Aragonesa (Tabla figura 14). De esta manera y en función de las diferentes catalogaciones de suelo obtenidas, los diferentes espesores de materiales existentes o materiales a aportar, y el tipo de explanada deseada, se generará la explanada mejorada.

En el caso del recrecimiento del vial se deberá tener en cuenta que la mayor parte quedará sobre un suelo de explanación clasificado como "suelo tolerable", y el resto del firme ira dispuesto directamente sobre el sustrato rocoso. Por otro lado, en el caso del parking, tras el desbroce y eliminación de los 30 cm iniciales correspondientes a suelo vegetal, el terreno subyacente, si se considera como suelo de explanación quedó clasificado igualmente como "suelo tolerable".

Así una vez ya establecida la categoría de explanada deseada, se podrá dimensionar la sección del futuro firme, lo que puede hacerse siguiendo las especificaciones de la «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras (BOE de 12 de diciembre de 2003)", en función de según la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp, vehículos pesados/día) o de las Recomendaciones para el dimensionamiento de firmes en la Red Autonómica Aragonesa.

Finalmente, y en cuanto al posible aprovechamiento de la capa granular sobre la que se asienta el actual vial, recordar que, en base a las diferentes normativas, se ha obtenido una clasificación de "suelo tolerable" o "suelo adecuado". Pero que en ninguno de los casos cumpliría como zahorra, para ser usada como capa de base.

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{12} \geq 60 \text{MPa}$					
	E2 $E_{12} \geq 120 \text{MPa}$					
	E3 $E_{12} \geq 300 \text{MPa}$					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)    0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)    1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)    2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)    3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)    HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material    S-EST 3 30    espesor mínimo en cm    2    suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

Figura 13. Tabla con las recomendaciones para la formación de la explanada [6.1-IC “secciones de firme”.

		TIPO DE SUELO EN LA EXPLANACIÓN (DESMONTE) O EN LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLEN, PEDRAPLEN O RELLENO TODO-UNO)				
RED AUTONÓMICA ARAGONESA		Suelos inadecuados o marginales SIN	Suelos tolerables S0	Suelos adecuados S1	Suelos seleccionados (S2/S3/S4)	Roca (ROCA)
CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	EX1 (BAJA)					
	EX2 (MEDIA)					
	EX3 (ALTA)					

(\*) En explanadas EX2 se puede utilizar S-EST2 en vez de S-EST3, aumentando un 25% el espesor dado en la tabla para este último. Sobre suelo tolerable S0 esto requiere la construcción en dos tongadas.

Figura 14. Tabla con las recomendaciones para la formación de la explanada (Red autonómica aragonesa).

Por ultimo en la figura 15, se realiza un croquis del vial que se tiene previsto ampliar, en base tanto a los resultados obtenidos en la catas como a las observaciones realizadas en campo, donde se zonifica el mismo en función de que el suelo subyacente sobre el que se va a disponer el firme sea un suelo tolerable o directamente el sustrato rocoso, hecho que esta fundamentalmente condicionado por la geomorfología de la zona, donde el vial cruza dos zonas de vaguada encajadas sobre el sustrato terciario.

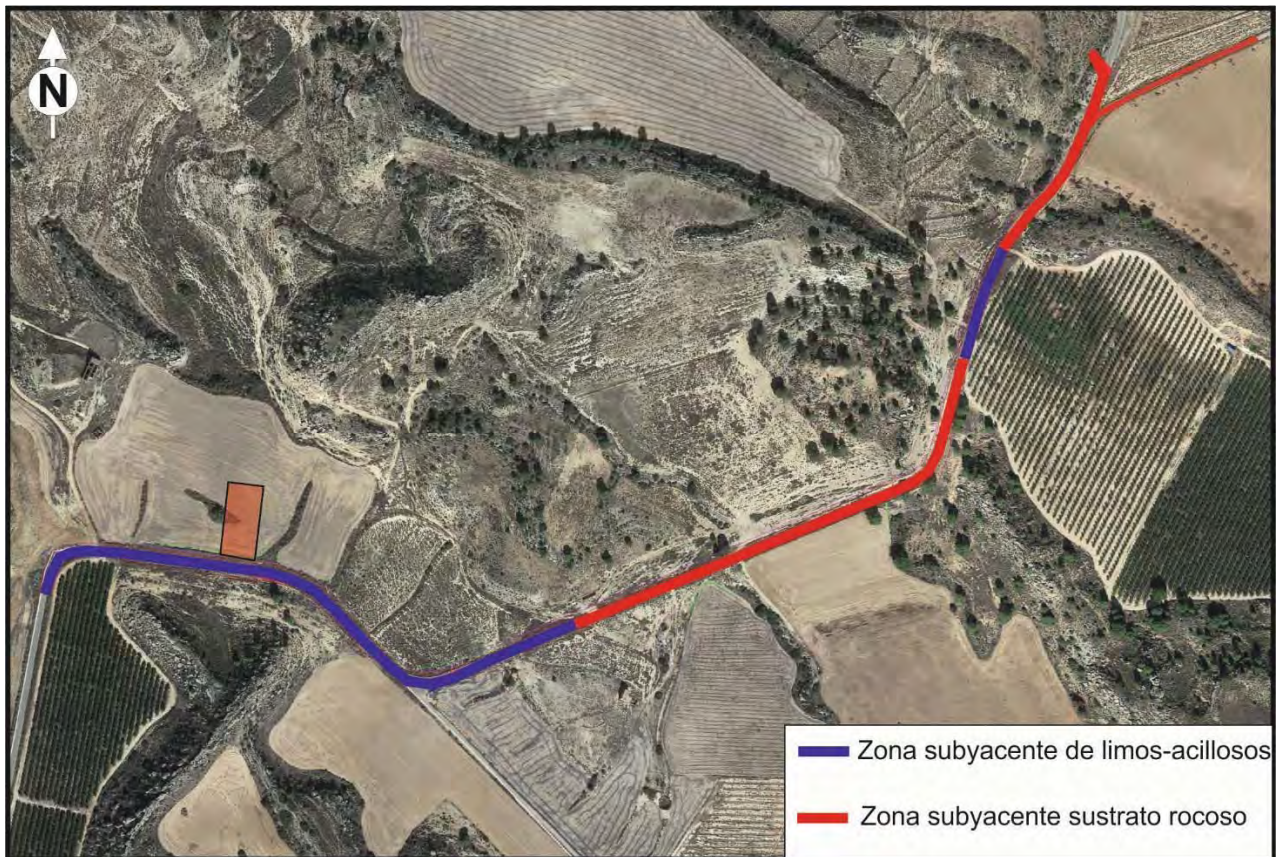


Figura 15. Zonificación del vial en función del terreno natural subyacente.

Constan las firmas

XXXXXXXXXXXXXXXX



XXXXXXXXXXXXXXXX

Zaragoza, a 29 de abril de 2021