



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

“ACONDICIONAMIENTO CARRETERA A-6052”

**TRAMO: MARTOS A SANTIAGO DE CALATRAVA
(JAÉN). P.K. 14+000 A 19+000**

Alumno: Rubén Jiménez Martínez

Tutor: Antonio M, Montañés López

Depto.: Ingeniería Mecánica y minera

Junio, 2016



ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE LINARES
GRADO EN INGENIERÍA CIVIL



TÍTULO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, ACONDICIONAMIENTO A-6052

PROVINCIA

JAÉN

PUNTOS KILOMÉTRICOS

P.K. 14+000 AL 19+000

SUBTRAMO

MARTOS – SANTIAGO DE CALATRAVA

GRUPO

CARRETERAS

AUTOR DEL PROYECTO:

RUBÉN JIMÉNEZ MARTÍNEZ

DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA Y ANEJOS

DOCUMENTO Nº 2 PLANOS

DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO

TUTOR

ANTONIO MONTAÑES LÓPEZ

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

2.151.710,18 €

FECHA

JUNIO 2016

INDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO N° 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo n° 1 – Antecedentes

Anejo n° 2 – Geología y geotecnia

Anejo n° 3 – Climatología e hidrología

Anejo n° 4 – Efectos sísmicos

Anejo n° 5 – Drenaje

Anejo n° 6 – Firmes y pavimentos

Anejo n° 7 – Estudios de tráfico

Anejo n° 8 – Ordenación ecológica, estética y paisajística

Anejo n° 9 – Señalización, balizamiento y defensas

Anejo n° 10 – Soluciones propuestas al tráfico

Anejo n° 11 – Estudio de Seguridad y Salud

Anejo n° 12 – Plazo de ejecución y plan de obra

Anejo n° 13 – Justificación de precios

Anejo n° 14 – Plan de control de calidad

Anejo n° 15 – Expropiaciones

Anejo n° 16 – Presupuesto para conocimiento de la Administración

DOCUMENTO N° 2.- PLANOS

1 – Situación y localización

2 – Trazado en planta

3 – Perfil Longitudinal

4 – Secciones tipo

5 – Secciones transversales

- 6 – Señalización horizontal
- 7 – Señalización vertical
- 8 – Defensas
- 9 – Drenaje
- 10 – Estructuras

DOCUMENTO N° 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Capítulo 1.- Disposiciones generales
- Capítulo 2.- Descripción de las obras
- Capítulo 3.- Unidades de obra
- Capítulo 4.- Condiciones generales

DOCUMENTO N° 4.- PRESUPUESTO

- 4.1.- Mediciones
 - 4.1.1.- Mediciones Auxiliares
 - 4.1.2.- Mediciones
- 4.2.- Cuadro de precios
 - 4.2.1.- Cuadro de precios n° 1
 - 4.2.2.- Cuadro de precios n° 2
- 4.3.- Presupuestos
 - 4.3.1.- Presupuesto General por Capítulos
 - 4.3.2.- Presupuesto de Ejecución Material
 - 4.3.3.- Presupuesto Base de Licitación

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Con fecha 14 de octubre de 2015 la Comisión designada por la Escuela Politécnica Superior de Linares, encargada de la adjudicación, oferta y tribunales de evaluación de Trabajos Fin de Grado, resolvió a favor la petición del alumno Rubén Jiménez Martínez para la redacción del Proyecto de Acondicionamiento de la carretera A-6052. Tramo: PK 14+000 – 19+000, Martos a Santiago de Calatrava (Jaén).

Dicha oferta de Trabajo Fin de Grado, viene adjudicado con las siguientes condiciones fijadas por el tutor del mismo:

Tipo: Proyecto

Situación: Carretera A-6052.

P.K: 14+000 a 19+000.

Tramo: Martos – Santiago de Calatrava.

Clase: Mejora Local.

Título complementario: Acondicionamiento A-6052.

Obras a proyectar:

- Demolición total o parcial del firme actual, según el tramo a considerar.
- Estudio y proyección de pequeñas variantes del trazado actual, tales como curvas horizontales o verticales para una mayor visibilidad, seguridad, etc.
- Rehabilitación y acondicionamiento de la explanada, en los casos en los que sea necesario.
- Modificación de la sección transversal actual (5,5 m) a una sección mayor (9 m)
- Rehabilitación de los sistemas de drenaje transversal y longitudinal actuales, tales como el paso superior del “Arroyo del salado”, los tubos prefabricados, cunetas existentes, etc.
- Las intersecciones actuales se rediseñarán, ampliando la sección transversal actual en los casos en que sea necesario.
- Se dispondrán de vías de servicio, unidireccionales o bidireccionales, según necesidades, en los tramos de acumulación de accesos.

Presupuesto aproximado: 2.151.170,18 €

Si durante la redacción del proyecto se estima que el presupuesto de ejecución por contrata inicialmente estimado va a ser superado en más de un 30 % se solicitará la pertinente modificación del presente Proyecto exponiendo las razones que justifican el aumento y estableciendo el nuevo presupuesto que se propone.

Programación del Proyecto: VEINTICINCO meses

La duración estimada para la ejecución de las obras contempladas en el Presente Proyecto, es de 25 meses, quedando éste dato más extensamente detallado en el *Anejo 12. Plazo de Ejecución y Plan de Obra*.

2.- BASES DEL PROYECTO. NORMATIVA

Para la redacción del presente proyecto se han aplicado la relación de normas, reglamentos, recomendaciones, etc., indicada a continuación:

- “Prescripciones técnicas para la obtención de cartografía a emplear en proyectos de la Dirección General de Carreteras”
- OC/326/00 “Geotecnia Vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes”
- Instrucción 3.1-IC. Trazado (Orden FOM/273/2016) del Ministerio de Fomento.
- Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016) del Ministerio de Fomento
- Instrucción 6.1-IC. Secciones de firme y 6.3-IC. Rehabilitación de firmes (Orden FOM 3460/2003) del Ministerio de Fomento.
- Instrucción 8.1-IC. Señalización Vertical del Ministerio de Fomento.
- Instrucción 8.2-IC. Marcas Viales (Orden de 16 de julio de 1987) del Ministerio de Fomento.
- Instrucción 8.3-IC. Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado (Orden de 31 de agosto de 1987)
- PG-3 “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes”, con las modificaciones habidas hasta la fecha de redacción del proyecto.
- Normas UNE y NLT referentes a ensayos de laboratorio e in situ.

- “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales”. Publicación del MOPU.
- “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”. Publicación del Ministerio de Fomento
- Mapas de tráfico del Ministerio de fomento y Junta de Andalucía
- Catálogo de señales de circulación
- “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos”, O.C 35/2014
- Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Ley 6/2010 de 24 de Marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 (B.O.E 17-12-54)
- Reglamento de la Ley de Expropiación Forzsa, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957 (B.O.E 20-06-57)
- Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Para la obtención de precios unitarios:
 - Artículo 67 del Reglamento General de Contratación del Estado
 - Normas Complementarias incluidas en la Orden de 12 de junio de 1968
 - Orden de 14 de marzo de 1969
 - Orden de 27 de abril de 1971

Además cualquier otra normativa utilizada en la redacción del presente proyecto, que no esté presente en esta memoria, estará correctamente especificada y detallada en su anejo correspondiente.

3.- OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1.- Objeto

El objeto del presente Proyecto es el refuerzo con capas de firme, demolición del firme existente y acondicionamiento en aquellos puntos en los que sea necesario de la carretera A-6052 en el tramo comprendido entre los pp.kk. 14+00 y 19+147,44 con objeto de mejorar su estado actual, perteneciente a los municipios de Martos y Santiago de Calatrava (Jaén).

3.2.- Descripción del proyecto

3.2.1.- Descripción general de las obras

3.2.1.1.- Refuerzo de firme

Esta rehabilitación del firme consistirá en la demolición, hasta 80 cm por debajo de la explanada, y sustituyendo todo el material extraído por suelocemento (SC-20) sobre la que se extenderán 14 cm de mezcla bituminosa en caliente en tres capas:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente BBTM 11B B B50/70 de 2 cm de espesor.
- Capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin B50/70 S (S-20) de 5 cm de espesor.
- Capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base B50/70 S (S-25) de 7 cm de espesor.

Los firmes y pavimentos previstos para el refuerzo de firme del tramo de carretera objeto del presente Proyecto han sido proyectados de acuerdo con la Norma 6.3-IC, "Rehabilitación de firmes".

Todo lo referente a las actuaciones previstas para el refuerzo del firme, se encuentran detalladas en el *Anejo 6.- Firmes* del presente Proyecto.

3.2.1.2.- Acondicionamiento de la carretera

La solución a desarrollar en el Proyecto para el acondicionamiento de la carretera A-6052 consiste en tres variantes de trazado y dos enlaces. A continuación se describen las distintas zonas de actuación:

- Enlace 1:

Está formado por una intersección en Y, con la cual se produce la conexión entre la carretera A-6052 (objeto de estudio) y la carretera JV-2121 en el p.k.

0+520. Se proyecta un fresado y refuerzo del firme existente.

- Enlace 2:

Está formado por una intersección en T, con la cual se produce la conexión entre la carretera A-6052 (objeto de estudio) y la carretera JV-2102 en el p.k. 0+950. Se proyecta una pequeña modificación del trazado de la intersección para una mayor visibilidad.

- Variante 1:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 1+200 y el 1+980. Tiene una longitud total de 780 m en los que se ha tratado de suavizar las curvas de dicho trazado, para facilitar la entrada a la pedanía de Lendinez.

- Variante 2:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 2+600 y el p.k. 3+200. Tiene una longitud de 600 m con los que se ha sustituido el tramo de curvas peligrosas del antiguo trazado por uno nuevo notablemente más rectilíneo.

- Variante 3:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 3+480 y el p.k. 3+800. Tiene una longitud total de 320 m con los que de nuevo se ha sustituido el trazado original por uno nuevo, con el objetivo de modificar la peligrosidad del mismo.

3.2.3.- Geología y geotecnia

3.2.3.1.- Geología

En el *Anejo 2.- Geología y geotecnia*, se incluye el estudio geológico de la zona donde se desarrolla el proyecto que contempla una descripción general del entorno, con una caracterización particularizada de las unidades litológicas existentes y otros aspectos relacionados. Asimismo, se realiza el estudio de materiales con un inventario de yacimientos, canteras, instalaciones de suministro y vertederos que son necesarios para la obra, indicando sus características y emplazamiento.

La zona objeto del Proyecto de Acondicionamiento y refuerzo del firme de la A-6052, se sitúa entre los p.k. 14+000 al p.k. 19+000, concretamente de Martos a Santiago de Calatrava (Jaén).

Se encuentra en el borde oriental de la depresión del Guadalquivir, una cuenca post-orogénica que queda limitada al norte por el Macizo Ibérico y al sur por la Cordillera Bética.

El relieve de la zona es bastante alomado, aunque adquiere un matiz más abrupto en las zonas colindantes al arroyo del Salado, dónde se registran las cotas más bajas de la zona (330 m). En la parte occidental, donde se encuentra ubicado el municipio de Santiago de Calatrava a 390 m de altitud, se pueden registrar pequeñas colinas que rondan entre los 400-420 m de altitud con respecto al nivel del mar. Por otro lado, en su zona oriental donde se encuentra ubicada la pedanía de Lendinez a 370 m de altitud, el terreno es más llano manteniéndose más o menos constante la altitud con un desnivel poco notorio.

Las rocas de edad Cuaternaria se diferencian fundamentalmente en dos bloques bien diferenciados geográficamente. En primer lugar podemos encontrar materiales de fondo de valle en las zonas superficiales comprendidas entre la pedanía de Lendinez y el inicio de la traza. Posteriormente conforme vamos avanzando y acercándonos al cauce del Arroyo del Salado, los materiales que podremos encontrar serán rellenos de tipo aluvial o rellenos coluviales.

Los materiales de edad Terciaria pertenecen concretamente al Mioceno superior (hace entre 15 y 5 millones de años), y se encuentran en las zonas intermedias de la traza, concretamente pasado el Arroyo del Salado donde se sitúa el Cortijo de Guirao, aunque se extienden en profundidad hasta la zona inicial de la traza y la pedanía de Lendinez. Los materiales que aquí podemos encontrar siguen una tónica general siendo éstos una unidad Olistostrómica, y que de manera puntual en una determinada zona encontramos una unidad detrítico-carbonatada, con facies de margas blancas y limos margosos.

Las rocas de edad Triásico son, mayoritariamente, margas, arcillas y areniscas versicolores muy caracterizadas por ir alternándose entre capas, lo que da lugar a un relieve bastante alomado, generalmente con cultivo de olivar. Esta zona geológica la podemos encontrar en la zona final de la traza, concretamente en el término municipal de Santiago de Calatrava y las zonas aledañas como el cementerio.

3.2.3.2.- Geotecnia

Para el estudio de la geotecnia de la zona del proyecto me he basado y e contrastado la información con el proyecto realizado por la Diputación de Jaén con título “JA-3308, Martos a Monte López Álvarez ensanche y mejora de los P.K 5+900 a 6+700 y 8+120 a 9+240, cuyos resultados se detallan en el *Anejo 2.- Geología y Geotecnia*.

Según los resultaos obtenidos en los ensayos, tanto de catas como de sondeos, los suelos según establece el PG-3, podemos clasificarlos:

TABLA 13. Tramificación de CBR de proyecto.			
<i>PK Inicial (Km)</i>	<i>PK Final (km)</i>	<i>Formación geológica</i>	<i>CBR</i>
0+000	1+700	Rfv	4,7
1+700	1+960	U.O (Tk)	6
1+960	2+340	Qc	4,3
		Qal	4
2+340	2+440	U.O (Tk)	6
2+440	3+080	Mc	2,2
3+080	5+080	Mb	3,4
5+080	5+147	Mc	2,2

Salvo en los tramos en los que el substrato está constituido por limos arcillosos de color crema con CBR igual a 2,2, el resto de los materiales son suelos tolerables con CBR al 100% de compactación proctor que oscila entre 3,7 y 5,4 por lo que son aptos como rellenos de terraplén en capas de núcleo.

Aunque no se han proyectado grandes taludes en desmante a considerar, los terrenos existentes en los distintos niveles presentan, en líneas generales, una buena estabilidad, especialmente a corto plazo, pudiéndose adoptar taludes bastante verticalizados, de manera especial si son de carácter provisional como resultaría de la ejecución de excavaciones para zanjas, aunque también en este aspecto, sin olvidar las condiciones de seguridad del personal de obra.

Como medida genérica, cabe indicar complementariamente, la necesidad de proceder a la conveniente limpieza y desbroce del terreno de apoyo (tierra vegetal y/o de labor, rellenos y vertidos en su caso, etc) en un espesor medio general que se podría estimar en el entorno de los 50 cm.

Dadas las características geotécnicas y geológicas del corredor se ha determinado una explanada para las obras proyectadas de categoría E2, que se conseguirá colocando una capa de 50 cm de suelos estabilizados, 25 cm de S-EST2 y 25 cm de S-EST1, tanto en fondos de desmante como en coronación de terraplenes, a excepción del tramo sustentado bajo terreno marginal que se aumentará este espesor a 80 cm, ampliando a 30 cm de S-EST2 y 50 cm de S-EST1.

3.2.3.3.- Geotecnia de las estructuras

Los aspectos geotécnicos más relevantes que condicionan el diseño de la cimentación, teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio, y las características de la estructura a cimentar, son los siguientes:

- Presencia de suelos muy blandos en los recubrimientos aluviales (Qal) hasta 1,60 metros de profundidad en la que la consistencia aumenta con la profundidad.
- Los materiales ensayados no son Expansivos.
- El nivel freático se situará a la cota de la lámina de agua del arroyo variable dependiendo de la estación climática.
- Las formaciones atravesadas se consideran agresivas conforme a las especificaciones de la EHE, por lo que será necesario el empleo de cementos sulfurosistentes.
- No se tiene en cuenta para la propuesta de cimentación los condicionantes hidrológicos de la zona, siendo estos limitativos en caso necesario.

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtienen las cargas admisibles finales recogidas en la siguiente tabla.

TABLA 8. Carga admisible final para losa de cimentación

<i>Ancho de la cimentación</i>	<i>Carga admisible</i>	<i>Criterio</i>
m	Kp/cm ²	-
5,00	1,89	ASIENTO
10,00	1,82	ASIENTO
15,00	1,81	ASIENTO
20,00	1,80	ASIENTO
25,00	1,80	ASIENTO

3.2.4.- Climatología e hidrología

Para el estudio de las precipitaciones se ha considerado como estación más representativa la estación 5270B – “Jaén”. Dicha estación ha sido considerada por su proximidad a la traza y por tener un mayor número de datos disponibles.

Para el resto de variables climáticas se ha utilizado la publicación “Datos climáticos para carreteras”, editada por el M.O.P.U.

El cálculo de las precipitaciones máximas previsibles en 24 horas se ha hecho utilizando la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” del Ministerio de Fomento.

El estudio de cuencas se ha realizado sobre las cartografías 1:25.000 y 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, de la zona del proyecto. Se han delimitado las cuencas para poder determinar aquellas que son interceptadas por la traza como se puede comprobar en el *Apéndice 1.- Plano de cuencas*.

En el *Anejo 3.- Climatología e hidrología* se recoge toda la información descrita.

3.2.5.- Efectos sísmicos

Los efectos sísmicos han sido evaluados de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

Dado que el ámbito del Proyecto discurre entre el municipio de Santiago de Calatrava (Jaén) y la pedanía de Lendinez (Jaén) donde la aceleración sísmica básica, a_b es 0,06 g, será necesario que se calcule la construcción teniendo en cuenta la acción sísmica según se establece en el capítulo 2 de la Norma y siguiendo los procedimientos descritos en el capítulo 3. Además se deberán cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 de la Norma Sismorresistente.

En el *Anejo 4.- Efectos sísmicos* se justifica dicho aspecto.

3.2.6.- Drenaje

Para el diseño del drenaje se han tenido en cuenta los condicionantes y medioambientales que se detallan en el *Anejo 5.- Drenaje*, así como la normativa en vigor a estos efectos.

El drenaje transversal ha sido calculado a partir de los datos meteorológicos disponibles y del estudio de las cuencas correspondiente, para un periodo de retorno de 500 años.

Con los caudales obtenidos del estudio de cuencas, se han propuesto tres actuaciones de drenaje transversal, todas ellas detalladas en el mencionado anejo, pero que se pueden resumir en la instalación de dos tubos circulares de hormigón prefabricado de 80 cm de diámetro y la sustitución del paso elevado actual del “Arroyo del Salado” por

un conjunto de cuatro marcos prefabricados de hormigón de 4x2 m de sección.

El drenaje longitudinal consiste en cunetas triangulares con una anchura de 1 metro y una profundidad de 0,50, todo ello contado por debajo de la capa de suelo-cemento. Dichas cunetas serán revestidas de hormigón en los tramos en los que la pendiente del terreno sea inferior al 1% o superior al 4%.

Para proteger los terraplenes de la erosión producida por la escorrentía del agua de lluvia, se proyecta un encintado de bordillo donde el bombeo o peralte de la plataforma facilite que el agua de lluvia caída sobre ella acceda al terraplén.

Este bordillo por donde discurrirá el agua de forma paralela a la carretera, desagua cada 30 metros aproximadamente mediante bajantes prefabricadas.

Asimismo se ha previsto disponer una cuneta al pie de los terraplenes donde las aguas de escorrentía puedan representar un peligro para la estabilidad del talud por arrastres o socavaciones.

3.2.7.- Firmes y pavimentos

Los firmes y pavimentos previstos para la ejecución y el refuerzo de firme han sido proyectados de acuerdo con las Normas 6.1-IC. Secciones de firmes y 6.3-IC. Rehabilitación de firmes.

Para la definición de los firmes y pavimentos se ha tenido en cuenta las "Recomendaciones sobre mezclas bituminosas en Caliente" (O.C. nº 299/89 T) y el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes" (Pg.3/75) junto con su modificación (PG-4 O.C. 8/2001).

3.2.7.1.- Refuerzo de firme

Se deduce que no hay ninguna zona de la carretera objeto del proyecto en el que se haya producido o esté próximo a producirse el agotamiento estructural, si bien tan solo será necesario la rehabilitación del firme en las zonas próximas a las intersecciones debido que para el resto del trazado se procederá a la demolición del paquete de firmes existente.

Esta rehabilitación del firme consistirá en la demolición, hasta 80 cm por debajo de la explanada, y sustituyendo todo el material extraído por suelocemento (SC-20) sobre la que se extenderán 14 cm de mezcla bituminosa en caliente en tres capas:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente BBTM 11B B B50/70 de 2 cm de espesor.
- Capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin B50/70 S (S-20) de 5 cm de espesor.
- Capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base B50/70 S (S-25) de 7 cm de espesor.

3.2.7.2.- Acondicionamiento de la carretera

La sección de firme proyectada para la calzada corresponde a la n° 4122 de las indicadas en la Figura 2.2 de la Instrucción 6.1-IC “Secciones de firmes”, que contiene las siguientes capas en orden descendente:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente M-10 (BBTM 11B) de 2 cm de espesor.
- Capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin B50/70 S (S-20) de 5 cm de espesor.
- Capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base B50/70 S (S-25) de 7 cm de espesor.
- Base de suelocementeo SC-20 de 25 cm de espesor.

El pavimento del arcén se constituirá con las mismas capas que el firme de la calzada. Debajo del pavimento del arcén se dispondrá suelo cemento hasta alcanzar la explanada.

Vías de servicio

La sección de firme de calzada proyectada para las vías de servicio proyectada es la n° 4221 de las incluidas en la Orden Fom/3460/200, de 28 de Noviembre, que contiene las siguientes capas en orden descendente:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 surf B50/70 de 3 cm de espesor.
- Base bituminosa con mezcla bituminosa en caliente tipo G-25 de 3 cm de espesor.
- Capa de suelo-cemento de 25 cm de espesor.

Firme en estructuras

Se dispondrá un pavimento constituido sólo por la capa de rodadura de 6 cm de mezcla bituminosa AC-22 surf B50/70 S (S-20) sobre la losa de la estructura.

Caminos de servicio

Se dispondrá un pavimento constituido por un Doble Tratamiento Superficial. La base estará constituida por una capa de suelo-cemento de 30 cm de espesor.

3.2.8.- Sección tipo

La sección tipo definida para la carretera proyectada consiste en una plataforma de 9 metros en la que se dispondrán dos carriles de 3,5 metros respectivamente, arcenes de 0,50 metros a ambos lados del eje de la vía y una berma de 0,50 metros en el mismo sentido.

3.2.9.- Estudios de Tráfico

El estudio de tráfico tiene como objetivo obtener una estimación de qué tráfico va a tener que soportar la nueva infraestructura. En este caso, se partirá de los datos de tráfico que actualmente tiene la A-6052, ya que nuestro proyecto comienza en ella y termina en una variante de la misma. Posteriormente se realiza una prognosis de tráfico para el año de puesta en servicio.

Los resultados de los estudios están orientados a determinar las categorías de tráfico para poder definir la estructura del firme de la infraestructura.

Según el estudio de tráfico realizado, la intensidad media diaria de vehículos pesados estimada en el tronco principal para el año de puesta en servicio (se considera el año 2019) corresponde a una categoría de tráfico T41.

En el *Anejo 7.- Estudios de tráfico* se comprueba los datos descritos.

3.2.10.- Ordenación ecológica, estética y paisajística

El *Anejo 8.- Ordenación ecológica, estética y paisajística* tiene por objeto la adecuación e integración en el entorno de la infraestructura proyectada.

En el anejo se describen las características del proyecto y se realiza un inventario de las variables ambientales que pueden ser afectadas por las actuaciones proyectadas. Asimismo, se definen las medidas preventivas y correctoras para que la infraestructura viaria pueda ser considerada ambientalmente viable. Finalmente, se redacta un Programa de Seguimiento y Vigilancia Ambiental.

Las superficies a restaurar mediante plantaciones son todos los terraplenes.

Para el diseño de las plantaciones se ha tenido en cuenta, fundamentalmente la funcionalidad de las mismas y la satisfacción de las demandas exigidas, intentando que sean autóctonas de la zona de actuación, para conseguir no solamente una adecuada integración paisajística, sino, además, una perfecta adaptación al medio de cada una de ellas. En la elección de estas especies también se ha tenido en cuenta que fuesen dentro de lo posible de fácil implantación, con capacidad protectora del suelo y de desarrollo no demasiado lento.

La zona de estudio no se ve afectada prácticamente por el tránsito de vías pecuarias a excepción de la “Cañada Real de Granada” a su paso por la pedanía de Lendinez, la

cual dicho tramo se encuentra deslindado y por tanto no hay datos de su clasificación.

También se procede a la reparación y tratamiento de márgenes del Arroyo del Salado mediante la retirada del paso elevado actual e implantación de un nuevo sistema de drenaje transversal y limpieza del cauce.

Es necesaria la expropiación de esta zona, puesto que hay que realizar diversos caminos de obra. En lugar de parcial, la expropiación será total, y se procederá a realizar una reforestación de toda la zona, mediante la plantación de chopos (*Populus nigra*) a razón de 0,02 ud/m², como medida compensatoria por los ejemplares de esta especie que pudieran verse afectados durante las obras.

3.2.11.- Señalización horizontal, vertical y defensa

La señalización horizontal se ajustará a la vigente instrucción 8.2-IC. Marcas viales.

Para la señalización vertical, en su caso, se ha tenido en cuenta la Instrucción 8.1-IC.

Para la valoración de las obras de señalización, balizamiento y barreras de seguridad se ha realizado un predimensionamiento de los carteles y planos con la posición de las señales, balizamiento y situación de las barreras de seguridad.

En el *Anejo 9.- Señalización, balizamiento y defensa*, se describe todo lo anterior.

3.2.12.- Soluciones propuestas al tráfico

En el *Anejo 10.- Soluciones propuestas al tráfico* se detallan las soluciones adoptadas para mantener el tráfico existente durante la ejecución de las obras de construcción de este Proyecto.

3.2.13.- Plan de obra

La duración propuesta para las obras es de 25 meses.

Para este plazo, en el *Anejo 12.- Plazo de ejecución y plan de obra*, se ha realizado un Plan de Obra de acuerdo a la duración estimada de las distintas actividades, calculada en base a su medición y a los días que, por condiciones climáticas, es posible ejecutar las unidades de obra que las integran.

3.2.14.- Justificación de precios

Para calcular el importe del Presupuesto de Ejecución por Contrata del Proyecto se han calculado los precios de las diferentes unidades que, una vez aplicadas a las mediciones obtenidas en función de la definición de cada partida, permiten cuantificar el coste de los principales capítulos.

Dentro del *Anejo 13.- Justificación de precios*, se han detallado los precios de la mano de obra, en función de los convenios vigentes, de los materiales y de la maquinaria. Se han justificado los costes indirectos, que corresponden al 6% del acumulado por los distintos componentes de cada unidad.

3.2.15.- Plan de control de calidad

La exposición de este apartado de la Memoria se encuentra justificada en el *Anejo 14.- Plan de control de calidad*. Su presupuesto asciende a la cantidad de 10.775,50 euros.

Como el 1 % del Presupuesto de Ejecución Material (21.363,99 euros) es mayor que la cantidad deducida de la valoración de ensayos no procede computar gastos de ensayos con cargo a la Administración.

3.2.16.- Expropiaciones

Los terrenos afectados por las obras objeto del presente proyecto pertenecen a los términos municipales de Santiago de Calatrava (Jaén) y Torredonjimeno (Jaén).

La superficie sometida a expropiación permanente está limitada por la línea paralela exterior situada a 3,00 metros respecto al borde de la explanación de la carretera. En el caso de postes eléctricos y telefónicos de nueva implantación se han considerado 2,00 m² por cada unidad.

Para la servidumbre de paso se ha considerado una banda de 5,00 metros de anchura centrada en el eje del servicio repuesto. Evidentemente, esta banda coincide con parte de la Ocupación Temporal que origina el nuevo servicio durante su reposición, por lo que su valoración incluye también la Ocupación temporal.

Como ocupación temporal, en la reposición de los servicios, se ha considerado una banda de 10,00 metros de anchura centrada en el eje del servicio que se repone.

En el *Anejo 15.- Expropiaciones*, se detalle todo lo referente a la estimación de las expropiaciones permanente e indemnizaciones derivadas de la ejecución material del presente Proyecto.

4.- RESUMEN DE PRESUPUESTOS

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de DOS MILLONES CIENTO CINCUENTA Y UN MIL SETECIENTOS DIEZ EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS DE EURO.

El Presupuesto Base de Licitación asciende a la cantidad de TRES MILLONES DOSCIENTOS DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS DE EURO.

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS DE EURO (3.400.144,17 €)

5.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo nº 1 – Antecedentes

Anejo nº 2 – Geología y geotecnia

Anejo nº 3 – Climatología e hidrología

Anejo nº 4 – Efectos sísmicos

Anejo nº 5 – Drenaje

Anejo nº 6 – Firmes y pavimentos

Anejo nº 7 – Estudios de tráfico

Anejo nº 8 – Ordenación ecológica, estética y paisajística

Anejo nº 9 – Señalización, balizamiento y defensas

Anejo nº 10 – Soluciones propuestas al tráfico

Anejo nº 11 – Estudio de Seguridad y Salud

Anejo nº 12 – Plazo de ejecución y plan de obra

Anejo nº 13 – Justificación de precios

Anejo nº 14 – Plan de control de calidad

Anejo nº 15 – Expropiaciones

Anejo nº 16 – Presupuesto para conocimiento de la Administración

DOCUMENTO N° 2.- PLANOS

- 1 – Situación y localización
- 2 – Trazado en planta
- 3 – Perfil Longitudinal
- 4 – Secciones tipo
- 5 – Secciones transversales
- 6 – Señalización horizontal
- 7 – Señalización vertical
- 8 – Defensas
- 9 – Drenaje
- 10 – Estructuras

DOCUMENTO N° 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Capítulo 1.- Disposiciones generales
- Capítulo 2.- Descripción de las obras
- Capítulo 3.- Unidades de obra
- Capítulo 4.- Condiciones generales

DOCUMENTO N° 4.- PRESUPUESTO

- 4.1.- Mediciones
 - 4.1.1.- Mediciones Auxiliares
 - 4.1.2.- Mediciones
- 4.2.- Cuadro de precios
 - 4.2.1.- Cuadro de precios n° 1
 - 4.2.2.- Cuadro de precios n° 2
- 4.3.- Presupuestos
 - 4.3.1.- Presupuesto General por Capítulos
 - 4.3.2.- Presupuesto de Ejecución Material
 - 4.3.3.- Presupuesto Base de Licitación

6.- CONCLUSIONES

Se hace constar que las obras contenidas en este Proyecto cumplen lo exigido en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas "Proyectos de Obra", ya que se trata de obras completas, susceptibles de ser entregadas al uso en el momento de su terminación.

Igualmente se cumple lo dispuesto en los Artículos 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132 y 133 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, de forma que las obras que nos ocupan constituyen una "obra completa" en el sentido expresado en el Art. 125 del citado Reglamento.

Considerando haber definido el presente Proyecto con suficiente detalle para poder ejecutar las obras definidas en él, firmo la presente Memoria y se somete a la consideración de la Superioridad para su aprobación si procede.

Linares, junio de 2016

INGENIERO AUTOR
DEL PROYECTO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rubén Jiménez', with a large, stylized flourish or loop at the bottom right.

Fdo: Rubén Jiménez Martínez

ANEJO 1. – ANTECEDENTES

ANEJO 1.- ANTECEDENTES

1.1.- INTRODUCCIÓN

Con fecha 14 de octubre de 2015 la Comisión designada por la Escuela Politécnica Superior de Linares, encargada de la adjudicación, oferta y tribunales de evaluación de Trabajos Fin de Grado, resolvió a favor la petición del alumno Rubén Jiménez Martínez para la redacción del Proyecto de Acondicionamiento de la carretera A-6052. Tramo: PK 14+000 – 19+000, Martos a Santiago de Calatrava (Jaén).

Dicha oferta de Trabajo Fin de Grado, viene adjudicado con las siguientes condiciones fijadas por el tutor del mismo:

Tipo: Proyecto

Situación: Carretera A-6052.

P.K: 14+000 a 19+000.

Tramo: Martos – Santiago de Calatrava.

Clase: Mejora Local.

Título complementario: Acondicionamiento A-6052.

Obras a proyectar:

- Demolición total o parcial del firme actual, según el tramo a considerar.
- Estudio y proyección de pequeñas variantes del trazado actual, tales como curvas horizontales o verticales para una mayor visibilidad, seguridad, etc.
- Rehabilitación y acondicionamiento de la explanada, en los casos en los que sea necesario.
- Modificación de la sección transversal actual (5,5 m) a una sección mayor (9 m)
- Rehabilitación de los sistemas de drenaje transversal y longitudinal actuales, tales como el paso superior del “Arroyo del salado”, los tubos prefabricados, cunetas existentes, etc.
- Las intersecciones actuales se rediseñarán, ampliando la sección transversal actual en los casos en que sea necesario.
- Se dispondrán de vías de servicio, unidireccionales o bidireccionales, según necesidades, en los tramos de acumulación de accesos.

Presupuesto aproximado: 2.136.399,36 €

Si durante la redacción del proyecto se estima que el presupuesto de ejecución por contrata inicialmente estimado va a ser superado en más de un 30 % se solicitará la pertinente modificación del presente Proyecto exponiendo las razones que justifican el aumento y estableciendo el nuevo presupuesto que se propone.

Programación del Proyecto: VEINTICINCO meses

La duración estimada para la ejecución de las obras contempladas en el Presente Proyecto, es de 25 meses, quedando éste dato más extensamente detallado en el *Anejo 12. Plazo de Ejecución y Plan de Obra*.

ANEJO 2.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ANEJO 2.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

2.1.- INTRODUCCIÓN

2.2.- ESTUDIO GEOLÓGICO

2.2.1.- Localización geográfica

2.2.2.- Marco geológico general

2.2.3.- Estratigrafía. Unidades litológicas

2.2.4.- Descripción de los materiales de la traza

2.2.4.1.- Zona de Lendinez (Zona 1)

2.2.4.2.- Zona de Santiago de Calatrava (Zona 3) y alrededores (Zona 2)

2.3.- ESTUDIO DE MATERIALES, YACIMIENTOS Y CANTERAS

2.3.1.- Descripción de los yacimientos cercanos

2.3.2.- Préstamos y vertederos

2.4.- TRABAJO REALIZADO

2.4.1.- Trabajo de campo

2.4.2.- Trabajo de laboratorio

2.5.- RESULTADOS

2.5.1.- Descripción litológica del trazado

2.5.2.- Parametrización Geológica del trazado

2.6.- DESMONTES

2.6.1.- Desmontes sobre la formación de margas blancas (Mb)

2.6.2.- Desmontes sobre los recubrimientos coluvio-aluviales (Qc)

2.6.3.- Desmontes sobre las fácies triásicas de la Unidad Olistotrómica

2.7.- CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

2.7.1.- Condicionantes geotécnicos

2.7.2.- Selección de los tipos de cimentación

2.7.3.- Situaciones de dimensionado

2.7.4.- Obtención de la carga admisible final

2.8.- RELLENOS

2.8.1.- Recomendaciones para la ejecución de los rellenos de terraplén

2.9.- DIMENSIONAMIENTO DE EXPLANADA E IDONEIDAD DE SUELOS PARA EMPLEO EN TERRAPLENES

2.9.1.- Terreno subyacente y explanada

2.9.2.- Idoneidad de suelos para terraplenes

2.9.3.- Recomendaciones adicionales

APÉNDICE 1.- RESULTADOS OBTENIDOS

APÉNDICE 2.- LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA

APÉNDICE 3.- LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES

APÉNDICE 4.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

APÉNDICE 5.- LOCALIZACIÓN DE YACIMIENTOS

ANEJO 2.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El presente documento está basado y contrastado por el proyecto realizado por la Diputación de Jaén con título “JA-3308, Martos a Monte Lope Álvarez ensanche y mejora P.K. 5,900 al 6,700 y 8,120 al 9,240”. Debido a la cercanía de proyecto varios de los datos más abajo detallados han sido extrapolados del informe geotécnico aportado en tal proyecto.

2.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se incluye el estudio geológico de la zona donde se desarrolla el proyecto que contempla una descripción general del entorno, con una caracterización particularizada de las unidades litológicas existentes y otros aspectos relacionados. Asimismo, se realiza el estudio de materiales con una relación de yacimientos, canteras,, instalaciones de suministro y vertederos que pudieran ser necesarios para la obra, indicando sus características y emplazamiento.

Para la correcta definición del contenido y alcance que debe poseer la campaña geotécnica que permita conocer sin lugar a dudas las características del terreno en donde se van a ubicar las nuevas estructuras, se ha realizado un estudio geológico-geotécnico de la zona con la siguiente bibliografía:

Mapa Geotécnico General. E1:200.000. Hoja 5-10, 77. Jaén.

Mapa Hidrogeológico de España E1:200.000. Hoja 5-10, 77. Jaén.

Mapa Geológico de España. Serie Magna E1:50.000. Hoja 946, 18-38. Martos

2.2- ESTUDIO GEOLÓGICO

2.2.1.- Localización geográfica

La carretera A-6052 se sitúa al este del término municipal de Martos, dando acceso desde esta población a la localidad de Santiago de Calatrava. En la siguiente figura se muestra la situación de la zona de estudio:

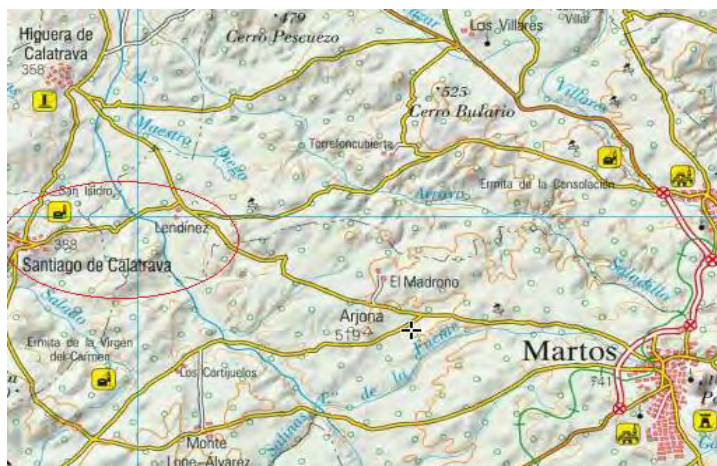


Figura 1. – Situación de la Carretera A-6052 de Martos a Santiago de Calatrava

2.2.2.- Marco geológico general

La zona objeto del Proyecto de Acondicionamiento y refuerzo del firme de la A-6052, se sitúa entre los p.k. 14+000 al p.k. 19+000, concretamente de Martos a Santiago de Calatrava (Jaén).

Se encuentra en el borde oriental de la depresión del Guadalquivir, una cuenca post-orogénica que queda limitada al norte por el Macizo Ibérico y al sur por la Cordillera Bética. La Cordillera Bética se formó como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y en ella se pueden distinguir distintos dominios o zonas siendo las más importantes, ordenadas de norte a sur, las Zonas Externas y las Zonas Internas. Estas zonas, separadas y diferenciadas por un contacto tectónico, presentan además un origen paleográfico distinto.

El Macizo Ibérico, junto con su cobertura tabular de sedimentos meso-cenozoicos no plegados, constituye el antepaís bético, esto es, la zona estable y autóctona no deformada durante la orogenia alpina.

El relieve de la zona es bastante alomado, aunque adquiere un matiz más abrupto en las zonas colindantes al arroyo del Salado, donde se registran las cotas más bajas de la zona (330 m). En la parte occidental, donde se encuentra ubicado el municipio de Santiago de Calatrava a 390 m de altitud, se pueden registrar pequeñas colinas que rondan entre los 400-420 m de altitud con respecto al nivel del mar. Por otro lado, en su zona oriental donde se encuentra ubicada la pedanía de Lendinez a 370 m de altitud, el terreno es más llano manteniéndose más o menos constante la altitud con un desnivel poco notorio.

Las rocas de edad Cuaternaria se diferencian fundamentalmente en dos bloques bien diferenciados geográficamente. En primer lugar podemos encontrar materiales de fondo de valle en las zonas superficiales comprendidas entre la pedanía de Lendinez y el inicio de la traza. Posteriormente conforme vamos avanzando y acercándonos al cauce del Arroyo del Salado, los materiales que podremos encontrar serán rellenos de tipo aluvial o rellenos coluviales.

Los materiales de edad Terciaria pertenecen concretamente al Mioceno superior (hace entre 15 y 5 millones de años), y se encuentran en las zonas intermedias de la traza, concretamente pasado el Arroyo del Salado donde se sitúa el Cortijo de Guirao, aunque se extienden en profundidad hasta la zona inicial de la traza y la pedanía de Lendinez. Los materiales que aquí podemos encontrar siguen una tónica general siendo éstos una unidad Olistostrómica, y que de manera puntual en una determinada zona encontramos una unidad detrítico-carbonatada, con facies de margas blancas y limos margosos.

Las rocas de edad Triásico son, mayoritariamente, margas, arcillas y areniscas versicolores muy caracterizadas por ir alternándose entre capas, lo que da lugar a un relieve bastante alomado, generalmente con cultivo de olivar. Esta zona geológica la podemos encontrar en la zona final de la traza, concretamente en el término municipal de Santiago de Calatrava y las zonas aledañas como el cementerio.

2.2.3.- Estratigrafía. Unidades litológicas

Las unidades litológicas que aparecen en la zona objeto del Proyecto (entre las localidades de Santiago de Calatrava y Martos), se engloban dentro de las Series de las Unidades Subbéticas.

Su litología está formada por una mezcla de margas arcillosas, areniscas y frecuentes niveles de yeso, siendo toda el área sensible a los agentes erosivos físicos y químicos. Su morfología presenta relieves que oscilan entre llanos y alomados, aunque a veces aparecen pendientes topográficas del 25 por ciento.

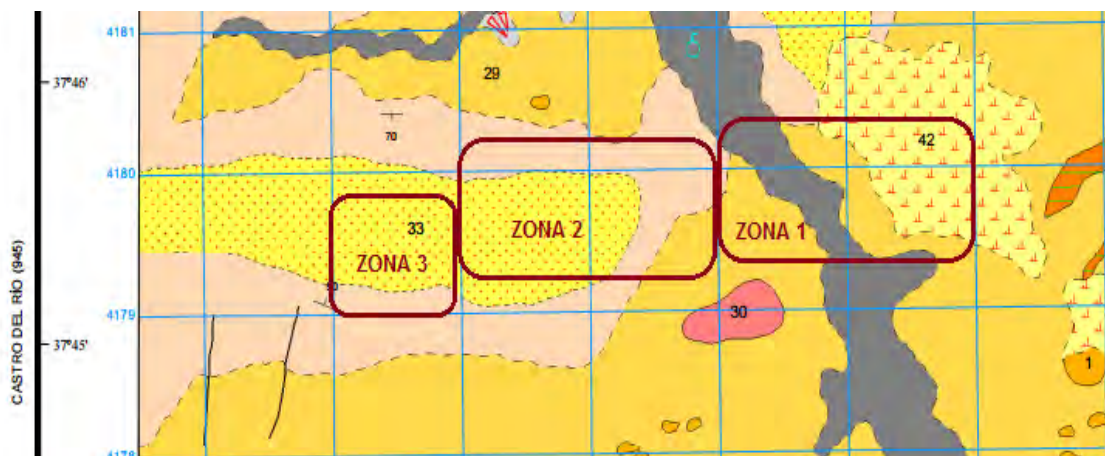
Su estabilidad natural es deficiente, sobre todo en donde aparecen niveles yesíferos. Los materiales que la integran se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, generalmente, deficientes. Existen algunos niveles acuíferos a escasa profundidad.

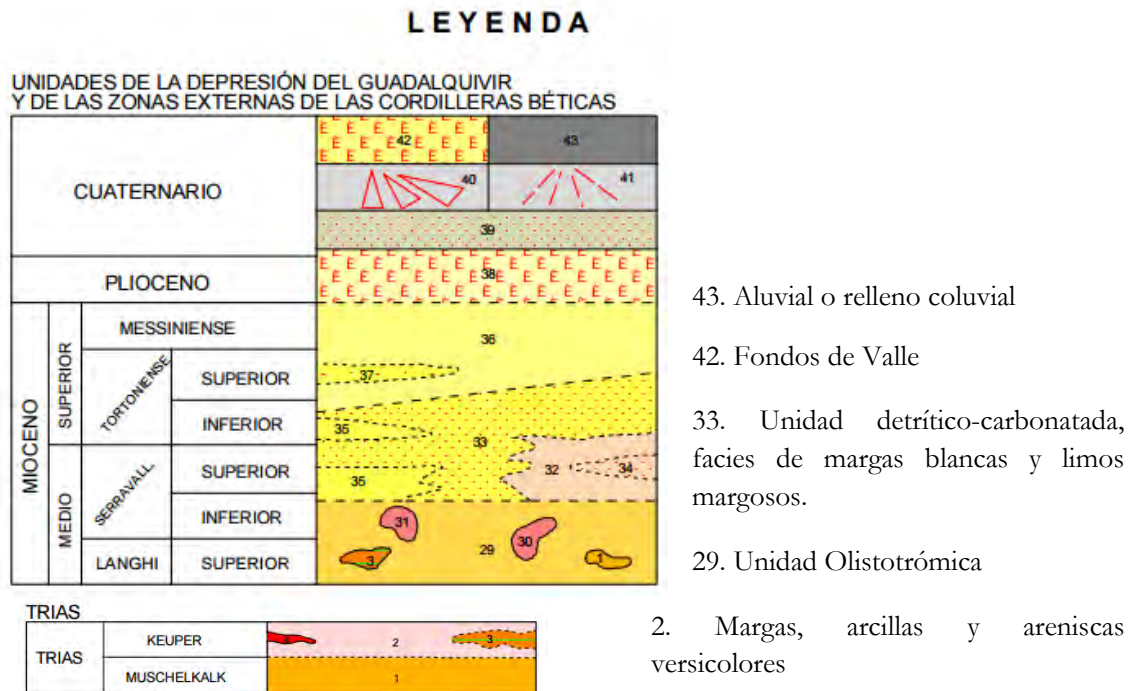
Sus terrenos admiten cargas de magnitud media, produciendo asentamientos del mismo orden, sin embargo, es necesario detectar la presencia de yesos, que al ser disueltos por el agua pueden ceder bruscamente. (En nuestro caso encontramos una zona de yesos cercana pero que no se ve afectada por la traza de la carretera).

2.2.4.- Descripción de los materiales de la traza

En general el trazado de la carretera discurre sobre unos relieves de topografía bastante alomada, propia de los niveles margosos de edad mioceno que conforman el substrato. Esta morfología solo se ve interrumpida por el encauzamiento de la red fluvial, fundamentalmente en la zona del arroyo salado entre los puntos kilométricos 16+200 y 16+360.

Podemos destacar los siguientes aspectos litológicos que describen los materiales presentes en la traza:





Fuente: "Fragmento del Mapa Geológico de España. Serie Magna E1:50.000. Hoja 946, 18-38. Martos"

2.2.4.1.- Zona de Lendinez (Zona 1)

Esta zona se caracteriza por enmarcarse en el área afectada por la unidad olistotrómica, con la caracterización de que en superficie presenta una diferenciación de materiales.

Margen derecha: en dicho área se pueden observar unas terrazas de materiales correspondientes al fondo de un valle. Son materiales de edad Cuaternaria características de las unidades de la Depresión del Guadalquivir. Cabe destacar la presencia en las cercanías de yesos, aunque éstos no afectan a la traza de nuestra carretera. Constituyen por tanto un terreno que geotécnicamente presentan condiciones constructivas desfavorables con problemas de tipo hidrológico y geotécnico.

Margen izquierda: se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales y coluviales fundamentalmente. Esto es debido principalmente a la acción erosiva del Arroyo del Salado que cruza la traza de la carretera tras su paso por la pedanía de Lendinez. Al tratarse de terrazas aluviales, los materiales son bastantes permeables, por lo que presentan en general unas características constructivas desfavorables con problemas de tipo geotécnico.



Figura 2. Depósitos coluviales del Arroyo del Salado.

En conclusión la zona presenta grupos margosos tapizados por un recubrimiento arcillo-arenoso. Su resistencia a la erosión es deficiente presentando por tanto una morfología de formas alomadas. Es muy probable la presencia de niveles freáticos por la existencia de acuíferos. El bajo grado de cementación y la facilidad de deslizamiento de algunas zonas hacen prever características mecánicas de tipo medio.

Por tanto se recomienda el estudio detallado de la capacidad portante del suelo, y la verificación de posibles problemas de deslizamientos o subsidencias por disolución de yesos en las zonas de cimentación de los apoyos de las estructuras. Asimismo convendría estudiar la posible existencia en profundidad de arcillas y yesos. También es necesario la caracterización de los primeros estratos del terreno para determinar el saneo necesario para asentar los terraplenes. Las dos primeras caracterizaciones bien podrían solventarse mediante la realización de un sondeo en cada zona prevista para los apoyos, mientras que la tercera se resolvería con la realización de dos calicatas, una en cada margen de la carretera.

2.2.4.2.- Zona de Santiago de Calatrava (Zona 3) y alrededores (Zona 2)

Esta zona se caracteriza por asentarse prácticamente sobre la unidad de Castro del Río, formada por facies de margas blancas y limos margosos.



FOTO 10.

En esta panorámica se puede observar la Depresión del Guadalquivir al sur de Santiago de Calatrava. En la zona deprimida se observan tonos rojizos, correspondientes a masas triásicas incluidas en la Unidad – Olistotrómica. En primer término margas y areniscas (turbiditas), y al fondo margas blancas, ambas de la Unidad de Castro del Río.

Cabe resaltar además la presencia en las cercanías de arcillas, margas y areniscas versicolores, en pequeñas zonas que cortan a la traza.

En general es una zona que presenta una morfología prácticamente llana con pequeñas lomas, que marcan un paisaje suave.

Está constituida fundamentalmente por una mezcla de arcillas y arenas recubierta por margas y limos margosos generalmente poco resistentes a la erosión. Estos materiales semipermeables generan un drenaje deficiente, empeorado por la cercanía del nivel freático. La estabilidad de los terrenos es media, disminuyendo en los márgenes de la red fluvial y taludes importantes. Las características mecánicas son de tipo medio, pudiendo existir problemas ligados a la cercanía del nivel freático y a la alternancia litológica.

Para esta zona es recomendable estudiar, además de la capacidad portante del suelo, la posibilidad de problemas de deslizamientos por alternancias litológicas o la

presencia cercana de niveles freáticos en las zonas de cimentación de los apoyos de las estructuras. Asimismo convendría estudiar la posible existencia en profundidad de arcillas y yesos. Las dos primeras caracterizaciones bien podrían solventarse mediante la realización de un sondeo en cada zona prevista para los apoyos, mientras que la tercera se resolvería con la realización de dos calicatas, una en cada margen de la carretera.

2.3.- ESTUDIO DE MATERIALES, YACIMIENTOS Y CANTERAS

2.3.1.- Descripción de los yacimientos cercanos

Entorno a las poblaciones de Santiago de Calatrava, Torredonjimeno y Martos se sitúan una serie de canteras y yacimientos en activo de diferentes tipos de rocas industriales, como se puede observar en el “Mapa de Rocas Industriales E1:200.000”:

Los yacimientos 126 y 66 en dónde se obtienen diversos áridos como trípoli, cuyas reservas son medianas y se encuentran no explotados en el primer caso e inactivos en el segundo.

El yacimiento 59, cercano al municipio de Torredonjimeno, en donde se obtienen calizas para áridos y con reservas mediana. Su explotación se encuentra en activo

2.3.2.- Préstamos y vertederos

En toda la zona donde se proyectan las obras existen canteras y yacimientos válidos para las aportaciones necesarias de préstamos en los terraplenes proyectados, ya que los materiales procedentes de la excavación no son válidos para la constitución de la plataforma de aquellas trazas nuevas proyectadas. En cuanto a los vertederos tanto las poblaciones de Martos como Torredonjimeno cuentan con vertederos municipales, que son más o menos cercanos a las obras, y que pueden ser perfectamente válidos para la recepción de productos de excavación y demolición.

2.4.- TRABAJO REALIZADO

2.4.1.- Trabajo de campo.

Para el dimensionamiento de la campaña geotécnica, se ha realizado un reconocimiento de la totalidad del trazado identificándose las principales Unidades litoestratigráficas aflorantes.

Las prospecciones de campo realizadas se enumeran en la tabla N° 1 y se describen en las tablas N° 2, 3 y 4.

TABLA 1. Trabajo de campo

Tipo	Unidades	Profundidad máxima alcanzada (m)
Calicatas	12	4.5
Sondeos a rotación	2	15.0

TABLA 2. Calicatas de reconocimiento

Denominación de calicata	Punto kilométrico	Coordenadas UTM		Profundidad alcanzada (m)
		X	Y	
CE-1	0+900	401198.9127	4180415.4595	2.4
CD-1	2+000	400192.4931	4180180.5309	4.0
CE-2	2+600	399324.8559	4179731.3542	2.4
CE-3	3+080	399245.2266	4179719.3708	3.0
CE-4	3+240	399090.6573	4179681.6985	2.3
CD-2	3+300	399034.7313	4179659.9286	2.4
CE-5	3+560	398777.9489	4179628.2278	1.0
CE-6	3+620	398718.2107	4179634.8867	3.1
CD-3	3+720	389618.9090	4179646.0261	4.5
CE-7	4+060	398282.2383	4179603.4436	4.1
CD-4	4+300	398043.6055	4179580.3088	3.1
CE-8	4+700	397681.9126	4179429.5670	3.4

Maquinaria empleada: retroexcavadora mixta
CE – Cata de Explanación, CD – Cata de desmante

TABLA 3. Sondeos a Rotación

Denominación de calicata	Punto kilométrico	Coordenadas UTM		Profundidad alcanzada (m)
		X	Y	
SD-1	1+820	400359.9995	4180237.6301	15.0
SE-1	1+960	400226.1541	4180202.0441	12.0
Maquinaria empleada: sonda Tecoinsa TP-50 SE – Sonde de estructura, SD – Sondeo de desmante				

2.4.2.- Trabajo de laboratorio

Los trabajos realizados en laboratorio se recogen en la tabla Nº 4.

TABLA 4. Trabajo de campo

Ensayo	Unidades	Norma
Clasificación USCS	14	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	14	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	14	UNE 103103 – 104
Determinación de humedad natural	9	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	9	UNE 103301
Ensayo Próctor Normal	6	UNE 103500
Determinación índice CBR (PN)	6	UNE 103502
Determinación del contenido en sales solubles totales	6	NLT 114
Determinación del contenido en sulfatos	6	UNE 103202
Determinación de materia orgánica	6	UNE 103204
Hinchamiento libre	6	UNE 103601
Ensayo de colapso	6	NLT 254
Ensayo de compresión simple en suelos	3	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	2	UNE 103401
Ensayo edométrico	2	UNE 103405

2.5.- RESULTADOS

2.5.1.- Descripción litológica del trazado

Seguidamente se realiza la descripción litoestratigráfica por tramos del trazado.

- **(Rfv).- Rellenos de fondo de valle.**

Se emplazan en 1.700 metros del trazado entre los PK 0+000 y PK 1+700, presentando espesores superiores a un metro en algunos puntos.

Se trata de suelos hidromorfos, constituidos por arcillas de tonalidades marrones que engloban pequeños cantos de naturaleza diversa. Se forman por el arrastre de los sedimentos desde los relieves circundantes hasta las zonas deprimidas con deficiente drenaje. Estos materiales se depositan por decantación y acumulación sucesiva tras los diferentes periodos de lluvias y sequía, los que les confiere una estructura suelta y de baja compacidad. La presencia de estos depósitos es un indicador de zonas inundables.

En la siguiente imagen se puede observar un afloramiento natural de esta formación:



Figura 3. Vista de afloramiento natural de los rellenos de fondo de valle.

Como puede observarse en la siguiente fotografía la baja compacidad de estos sedimentos fundamentalmente en épocas lluviosas suelen ocasionar patologías de firmes en la zona de borde de la calzada.

Se han prospectado en la calicata CE-1



Figura 3. Reciente reparación del firme de la carretera

- **U.O. (Tk).**- Unidad Olistostrómica (fácies Trias Keuper).

Resalta este afloramiento en la subida de la traza desde el Arroyo Salado entre los PK 1+700 y PK 1+960, y de nuevo, entre los PK 2+340 y PK 2+440.

Litológicamente están formados por una mezcla de arcillas versicolores, limos y arenas con yesos masivos, cristalinos y bloques de naturaleza dolomítica, yesífera, caliza e incluso ofítica. Engloban en su seno grandes olistolitos de diversa naturaleza.

Se han prospectado en el sondeo SE-1 a partir de 8.40 metros de profundidad y en el SD-1 desde la superficie.

En la siguiente imagen se muestra un afloramiento de esta litología.



Figura 5. Margas versicolores de la Unidad Olistotrómica

- **(Qc).- Depósitos coluvio – aluviales.**

Recubren prácticamente toda la superficie del cauce del Arroyo del Salado, concretamente entre los PK 1+960 y PK 2+340.

Son litologías procedentes de la alteración in situ o con escaso transporte de los materiales que conforman el substrato. Dado que gran parte del trazado está ocupado por las margas blancas, son éstas (alteradas) las que constituyen estos depósitos.

Se han detectado con espesores considerables de hasta 1.60 metros en la calicata CD-1

En la siguiente se observa el contacto entre los recubrimientos coluvio – aluviales y la roca inalterada del substrato (margas blancas).

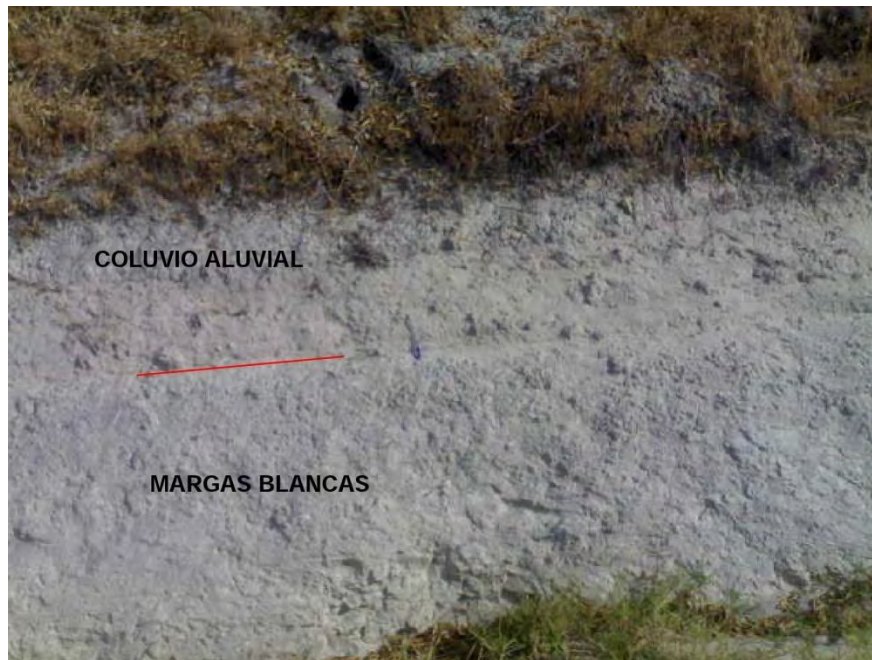


Figura 6. Contacto entre los recubrimientos coluvio aluviales y la formación de margas blancas.

- **(Mc).- Formación de margas limosas de color crema.**

Se observan desde la parte central del trazado y el final del mismo, entre los PK 2+440 y PK 3+080 y entre el PK 5+080 hasta PK 5+147.

Están constituidas principalmente por margas de tonos ocre y amarillentos, grises en corte fresco con frecuentes pasadas arenolimosas. En la campaña realizada se ha prospectado en la calicata CE-2.



Figura 7. Vista del tramo en el que se observa la formación de margas limosas de tonos crema.

- **(Mb).- Formación de margas blancas.**

Ocupan gran parte de la totalidad del trazado, entre los puntos kilométricos 3+080 y 5+080, con una extensión total de 2 kilómetros.

Están constituidas por margas calcáreas de tonos blancos masivas y muy fracturadas, presentan ocasionalmente pasadas milimétricas de limos amarillentos y margocalizas de espesor centimétrico.

Es importante resaltar el alto contenido en diatomitas, lo que le confiere a la formación su tonalidad blanca, formando en ocasiones verdaderos estratos diatomíticos (albarizas). Las diatomitas son concentraciones de caparzones silíceos de diatomeas. La mayor o menor proporción de éstas supone importantes variaciones en la densidad del sedimento alcanzándose en los niveles diatomíticos más superficiales densidades aparentes próximas a 1.1 gr/cm^3 .

Se han prospectado en las calicatas CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8 CD-2, CD-3 y CD-4.

En las siguientes imágenes se observa un afloramiento y el detalle del mismo en esta formación.



Figura 8. Vista de desmontes excavados en la formación de margas blancas (Mb).



Figura 9. Detalle del afloramiento de margas blancas. Puede observarse la estructura masiva de las margas blancas y las pasadas milimétricas de limos amarillentos.

- **(Qal).- Depósitos aluviales.**

Afloran con espesores considerables en la zona cercana al “Manantial de la Cola Ladrón” donde confluyen dos pequeños afluentes con el Arroyo Salado. Afloran en la traza desde el PK 1+960 al PK 2+340 y están constituidos por arcillas y limos de tonos marrones con pasadas arenosas y de gravas redondeadas.

Se han prospectado en el sondeo SE-1 detectándose un espesor de estos sedimentos de 8.40 metros.

En la siguiente imagen se observa un afloramiento de éstos depósitos:



Figura 10. Depósitos aluviales constituidos por limos arcillosos de tonos marrones en desmonte.

En la siguiente tabla se resumen las formaciones aflorantes en la traza.

TABLA 5. Resumen de litologías aflorantes en la traza		
<i>PK inicial</i>	<i>PK final</i>	<i>Formación geológica</i>
0+000	1+700	Rfv
1+700	1+960	U.O (Tk)
1+960	2+340	Qc
		Qal
2+340	2+440	U.O (Tk)
2+440	3+080	Mc
3+080	5+080	Mb
5+080	5+147	Mc

2.5.2.- Parametrización Geológica del trazado

En el apéndice 1, "Resultados Obtenidos", se presentan una serie de tablas resumen con los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas en la totalidad de las prospecciones realizadas. Se reflejan en dichas tablas tanto los resultados obtenidos de los ensayos realizados in situ como los realizados en el laboratorio, indicando la formación geológica a la que pertenecen.

2.6.- DESMONTES

Seguidamente se establecen los criterios de diseño generales para los taludes en desmonte proyectados.

Dado que el proyecto consiste en un acondicionamiento de la carretera, prácticamente no existen desmontes de envergadura.

2.6.1.- Desmontes sobre la formación de margas blancas (Mb)

Dada la escasa envergadura de los desmontes proyectados, no se han realizado ensayos específicos de determinación de la resistencia al corte de estos materiales, basándonos únicamente en la observación de los desmontes existentes en la zona en esta formación.

Los taludes observados nos indican que estos son estables para alturas próximas a los 8 metros con inclinaciones superiores incluso a los 60°. No se observan socavaciones ni marcas de escorrentía de importancia.

En la siguiente imagen se observa un talud excavado en este tipo de formación con una altura aproximada de 4 metros e inclinación 1H:1V.



Figura 11. Talud excavado en la formación de margas blancas.

Se recomienda pues que para taludes de hasta 8 metros de altura sobre esta formación se dimensionen taludes de inclinación 1H:1V. Para taludes de mayor altura deberá estudiarse específicamente el caso, siendo en todo caso asumible la construcción de taludes en esta formación con inclinaciones 3H:2V hasta alturas de talud próximas a los 15 metros.

2.6.2.- Desmontes sobre los recubrimientos coluvio-aluviales (Qc)

No se ha observado en la traza taludes de más de 3 metros excavados en esta formación, en todo caso dada la baja compacidad de estos sedimentos recomendamos que para estos taludes se reduzca la pendiente de diseño a un 3H:2V para desmontes de hasta 8 metros de altura, salvo aquellos con alturas menos a 2 metros que podrán dimensionarse con pendientes 1H:1V.

2.6.3.- Desmontes sobre las fácies triásicas de la Unidad Olistotrómica

En este apartado hay que resaltar que la formación de la Unidad olistotrómica se caracteriza por su variabilidad por lo que no hay que descartar la presencia de fácies arcillosas intercaladas con menos resistencia al corte o fácilmente meteorizables, lo que produce una evolución del talud a medio largo plazo en morfologías irregulares por la presencia de inestabilidades locales en estas litologías.

Se recomienda dimensionar el talud con pendientes 1H:1V hasta alturas límites de 15 metros. Para evitar la posible invasión de material a la calzada procedente de inestabilidades locales del talud y facilitar la limpieza de los mismos, se recomienda realizar una cuneta de pie de talud de mínimo dos metros de anchura.

En la siguiente imagen se observa un talud excavado en esta formación.



Figura 12. Talud excavado en la formación de arcillas versicolores, se pueden observar algunas inestabilidades locales en fácies más arcillosas.

2.7.- CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Se establece en el presente capítulo las recomendaciones referentes a la cimentación de la estructura proyectada en el paso del Arroyo Salado en el PK 2+300, para el estudio del terreno se ha realizado un sondeo a rotación y cuatro penetrómetros dinámicos.

2.7.1.- Condicionantes geotécnicos

Los aspectos geotécnicos más relevantes que condicionan el diseño de la cimentación, teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio, y las características de la estructura a cimentar, son los siguientes:

- Presencia de suelos muy blandos en los recubrimientos aluviales (Qal) hasta 1,60 metros de profundidad en la que la consistencia aumenta con la profundidad.
- Los materiales ensayados no son Expansivos.
- El nivel freático se situará a la cota de la lámina de agua del arroyo variable dependiendo de la estación climática.
- Las formaciones atravesadas se consideran agresivas conforme a las especificaciones de la EHE, por lo que será necesario el empleo de cementos sulforesistentes.
- No se tiene en cuenta para la propuesta de cimentación los condicionantes hidrológicos de la zona, siendo estos limitativos en caso necesario.

2.7.2.- Selección de los tipos de cimentación

De acuerdo con los condicionantes geotécnicos anteriormente planteados, se considera adecuada la siguiente tipología de cimentación:

TABLA 6. Cimentación directa por losa de cimentación

Tipología de cimentación	Losa
Nivel de apoyo	Qal-Arcillas y limos de tonos marrones, o arcillas versicolores con yesos U.O (Tk)
Profundidad estimada del plano de cimentación	2,00 metros
Mejora del terreno	Material tipo escollera de tamaño pequeño desde la cota de saneo (2 metros) hasta la cota de apoyo de la cimentación prevista en proyecto
Observaciones	Las recomendaciones referentes a la ejecución del relleno de transición se facilitan en el apartado correspondiente a rellenos

2.7.3.- Situaciones de dimensionado

La comprobación de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se efectuará para la situación de dimensionado más probable (persistente), teniendo en cuenta las características de la obra y del terreno de apoyo en condiciones normales de uso. Las situaciones de dimensionado transitorias y extraordinarias quedan, en general, fuera del alcance de este estudio, por desconocerse el procedimiento constructivo y las características estructurales de la obra proyectada. Tan solo se comprobará, si procede, la situación de dimensionado transitoria de carga sin drenaje (ap- 4.2.3.1.d del DB-SE-C) en suelos finos, saturados y de baja permeabilidad.

Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

TABLA 7. Hipótesis de cálculo

Tipo de cimentación	-	Losa de cimentación	
Profundidad de empotramiento de la cimentación (D)	m	2,00	
Densidad del terreno sobre el plano de cimentación	gr/cm ³	1,80	
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	gr/cm ³	1,98	
Situación de dimensionado	-	Transitoria – Corto plazo	
Ángulo de rozamiento efectivo	º	-	
Cohesión efectiva	Kg/cm ²	-	
Cohesión sin drenaje	Kg/cm ²	1,50	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – Largo plazo	
Asiento admisible	cm	2,5	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	V
	m	Kg/cm ²	Coef. poisson
U.O (Tk)	3,0	100	0,33
U.O (Tk)	INDEFINIDO	400	0,33

2.7.4.- Obtención de la carga admisible final

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtienen las cargas admisibles finales recogidas en la siguiente tabla.

TABLA 8. Carga admisible final para losa de cimentación

<i>Ancho de la cimentación</i>	<i>Carga admisible</i>	<i>Criterio</i>
m	Kp/cm ²	-
5,00	1,89	ASIENTO
10,00	1,82	ASIENTO
15,00	1,81	ASIENTO
20,00	1,80	ASIENTO
25,00	1,80	ASIENTO

Los asientos estimados para una carga de trabajo no superior a 0,4 Kg/cm² incluida la sobre carga de tráfico se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 9. Asientos para carga de trabajo de 0,4 kg

<i>Ancho de la Cimentación</i>	<i>Asientos previsibles</i>
m	cm
5,00	0,72
10,00	1,07
15,00	1,35
20,00	1,55
25,00	1,70

2.8.- RELLENOS

En este apartado se presentan las recomendaciones a seguir para la ejecución de los rellenos de terraplén, fundamentalmente el situado entre los PK 2+640 a 3+100 tras el paso del Arroyo Salado y otro terraplén de menor longitud pero mayor espesor situado entre PK 3+520 al 3+660. Para el estudio de la zona y la evaluación de los asientos previsibles se han escogido los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para los tramos anteriormente nombrados.

2.8.1.- Recomendaciones para la ejecución de los rellenos de terraplén

*** Relleno de terraplén en la zona adyacente al Arroyo Salado.**

En las prospecciones realizadas se ha registrado la presencia de recubrimientos aluviales con espesores que varían de 1,60 metros en el cauce del arroyo a 9,40 metros en la zona superior de la ladera a cota de la carretera actual. Estos recubrimientos presentan consistencias muy bajas a medias en todo su espesor, destacando la presencia de un nivel de limos arenosos con gravas milimétricas que se extiende desde cotas de -1,60 metros desde el cauce del arroyo a + 3,00 metros medidos desde la misma cota de referencia y que se corresponde con la zona de penetración del freático fluyente desde el Arroyo Salado.

Teniendo en cuenta esto se han estudiado dos alternativas encaminadas a evitar en lo posible los asientos diferenciales entre el relleno de transición de las estructuras así como en las transiciones desmonte – terraplén.

1ª Alternativa

Consistiría en realizar un saneo en la zona de apoyo del relleno de transición de al menos 2,00 metros de profundidad medidos desde la cota actual del cauce del arroyo y de 5 metros de anchura a cada lado de la obra de paso. Para el relleno de ese saneo se empleará un material granular tipo escollera de tamaño pequeño.

Igualmente para evitar asientos diferenciales en la zona de transición, desmonte – terraplén se deberá ejecutar un saneo generalizado de las laderas de la vaguada, ejecutando bancadas horizontales en las que la excavación mínima de cada una de ellas sea de 4,0 metros de espesor, procediéndose posteriormente al terraplenado hasta la cota de explanada con un material de baja compresibilidad, calidad mínima suelo adecuado.

Esta solución supondría el apoyo del relleno en la zona del cauce a cota de la obra de paso realizada y la eliminación del 50% de los recubrimientos.

Se ha realizado una estimación de los asientos totales remanentes que se producirían

en el terraplén en tres perfiles, uno coincidiendo con el límite de la obra de paso, otro coincidiendo con la calicata CE-2 y el último coincidiendo con la calicata CE-3.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 10. Asientos estimados en la alternativa nº 1

<i>Perfil: Límite con la obra de paso</i>	<i>Perfil: CE-2</i>	<i>Perfil: CE-1</i>
cm	cm	cm
3,5	5,2	2,3

Si bien los valores obtenidos son admisibles como asiento homogéneo del terraplén, hay que considerar, que cimentando el terraplén al mismo nivel que la obra de paso sobre las margas versicolores, el asiento diferencial entre el relleno y obra es de entorno a 2 cm, lo que provocaría el “típico resalto” en el paso del terraplén a la obra rígida.

En lo que respecta a la transición desde la cota de explanación al terraplén se producirían asientos diferenciales de entre 2,0 a 5,0 cm, lo que ocasionaría fisuraciones transversales del pavimento. En todo caso las patologías que se producirían no serían de gran envergadura.

Por otra parte, dado el comportamiento elástico de los materiales aluviales los trabajos de reparación deberán realizarse probablemente en los primeros meses de vida de la obra, alcanzándose a partir de este periodo valores de asiento muy próximos a los totales estimados.

Al hilo de este último aspecto, cabe la posibilidad de realizar los rellenos al inicio de la obra, realizando una instrumentación de la evolución de asientos mediante líneas continuas de asiento. Una vez producidos el 80% de los asientos previstos en un plazo que se espera no superior a cuatro meses, se podría proceder a la regularización y pavimentación definitiva del tramo.

2ª Alternativa.

Se procedería a la construcción del terraplén con materiales con la sección geométrica descrita en la alternativa nº 1 pero empleando materiales de baja densidad, aprovechando los afloramientos de margas blancas con albarizas de densidades próctor de entorno a $1,30 \text{ gr/cm}^2$. En este caso los asientos estimados para los mismos perfiles de la anterior alternativa se reducen a los valores que se expresan en la siguiente tabla:

TABLA 11. Asientos estimados en la alternativa nº 2

<i>Perfil: Límite con la obra de paso</i>	<i>Perfil: CE-2</i>	<i>Perfil: CE-1</i>
cm	cm	cm
2,0	2,5	Sin incremento d carga, asiento 0

Como puede observarse los asientos diferenciales entre la obra de paso y el terraplén se reducirían a valores admisibles (1,0 cm). Igual ocurriría en la transición entre el desmonte y el terraplén con una progresión de asientos de entre 0 y 2,50 cm, hacia la obra rígida. Éstos son valores asumibles por las mezclas asfálticas sin que se produzcan fisuraciones en las mismas.

Al igual que en el caso anterior se podrían adoptar medidas de instrumentación, aplazando el extendido de las mezclas asfálticas en función de la evolución de asientos registrado.

*** Relleno de terraplén entre los PK 3+520 al 3+660**

Las pruebas realizadas en el entorno de este tramo reflejan que a partir de 0,40 metros de profundidad la consistencia del terreno asciende a valores muy firmes por lo que no será necesario adoptar medidas especiales de saneo para la ejecución del apoyo de los mismos.

Cabe recomendar para cualquiera de los casos un talud medio único estimado en 3H:2V.

2.9 DIMENSIONAMIENTO DE EXPLANADA E IDONEIDAD DE SUELOS PARA EMPLEO EN TERRAPLENES

2.9.1.- Terreno subyacente y explanada

A partir de los datos disponibles de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras de las diferentes calicatas, el material ensayado se ha clasificado de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3-02) y su modificación (PG-4).

A continuación se exponen los resultados obtenidos.

TABLA 12. Clasificación del material ensayado

<i>Prospección</i>	<i>Material</i>	<i>Clasificación PG-3/02 y PG-4</i>
CE-1	Rfv	Tolerable
CE-2	Mc	Marginal
CE-3	Mb	Tolerable
CD-1	Qc	Tolerable
CD-2	Mb	Tolerable
CE-6	Mb	Tolerable

La Instrucción de Firmes de la Junta de Andalucía, establece que el CBR de proyecto del terreno subyacente será el menor de los valores obtenido para cada tramo, cuando el número de determinaciones realizadas en el mencionado tramo sea inferior a tres.

En la siguiente tabla se tramifica los CBR a adoptar en función de la naturaleza del sustrato conforme al criterio expuesto en La Instrucción de Firmes de la Junta de Andalucía:

TABLA 13. Tramificación de CBR de proyecto.			
<i>PK Inicial (Km)</i>	<i>PK Final (km)</i>	<i>Formación geológica</i>	<i>CBR</i>
0+000	1+700	Rfv	4,7
1+700	1+960	U.O (Tk)	6
1+960	2+340	Qc	4,3
		Qal	4
2+340	2+440	U.O (Tk)	6
2+440	3+080	Mc	2,2
3+080	5+080	Mb	3,4
5+080	5+147	Mc	2,2

Dada las características geotécnicas y geológicas del tramo de carretera se ha determinado una explanada para las obras proyectadas de categoría E2, cuyo paquete que firmes vendrá detallado en el anejo correspondiente.

Como medida genérica, cabe indicar complementariamente, la necesidad de proceder a la conveniente limpieza y desbroce del terreno de apoyo (tierra vegetal y/o de labor, rellenos y vertidos en su caso, etc) en un espesor medio general que se podría estimar en el entorno de los 50 cm dependiendo de la zona de estudio en la que se encuentre, disponiendo los adecuados drenajes en cada caso, evitando así, áreas de encharcamiento.

2.9.2.- Idoneidad de suelos para terraplenes

Salvo en los tramos en los que el substrato está constituido por limos arcillosos de color crema con CBR igual a 2,2, el resto de los materiales son suelos tolerables con CBR al 100% de compactación proctor que oscila entre 3,7 y 5,4 por lo que son aptos como rellenos de terraplén en capas de núcleo.

Resaltar de nuevo la baja densidad de las margas blancas cuando la proporción de diatomitas aumenta en estas, únicamente indicar, que si bien la edición anterior del PG-3 limitaba la densidad proctor a 1,45 gr/cm², en el actual no se hace limitación alguna respecto a este parámetro.

2.9.3.- Recomendaciones adicionales

Como se ha comentado en apartados anteriores entre los PK 0+000 al 1+700, se han detectado unos suelos de naturaleza hidromorfa (rellenos de fondo de valle), los cuales debido a su génesis y al estar en zonas inundables suelen presentar una compacidad muy baja en periodos lluviosos lo que ocasiona deterioros del pavimento como los observados en el estado actual.

Con independencia del CBR del proyecto que se establece en este tramo, es recomendable realizar un saneo de estos materiales en un espesor mínimo de 1,5 metros, procediendo posteriormente al terraplenado con materiales de buena calidad, mínima adecuado, hasta la cota de coronación de firme. Cabe la posibilidad de sanear solo 1,0 metros, pero en este caso deberá estabilizarse in situ con cal (con un porcentaje mínimo del 2,5%) en un espesor de 30 cm del fondo de la excavación.

APÉNDICE 1.

RESULTADOS OBTENIDOS

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS.

[illegible]

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS.

Reconocimiento	Litología	P.K	Prof. Inicial muestra	Prof. Final muestra	Golpeo SPT N30	Granulometría		Plasticidad			Densidad seca (T/m³)	Densidad natural (T/m³)	Humedad (%)	Comp Simp.	Ensayos Químicos				Proctor Normal		CBR 95% PN	CBR 100% PN	Hinchamiento libre (%)	Colapso		Corte Directo		Edómetro	
						# 5	# 0,08	L.L	L.P	I.P				RCS (kg/cm²)	MO (%)	SO (%)	SS (%)	Densidad (T/m³)	Humedad (%)	Índice CBR	Índice CBR	Índice de colapso		Índice porcentual de colapso	Ang. Rozamiento (°)	Cohesión (Kg/cm²)	eo	Cc	
CE-6	Mb	3+620	0,60	3,10	—	100,0	88,8	38,3	18,7	19,5					0,32	0,08	0,61	1,61	20,7	3,4	3,7	0,30	0,153	0,150					
CD-3	Mb	3+720	0,60	3,50	—	100,0	89,0	54,8	26,2	28,6					0,51	0,09	0,24	1,38	23,4	3,6	4,0	1,90	0,000	0,000					
CE-7	Mb	4+060	1,00	3,00	—																								
CD-4	Mb	4+300	0,60	2,10	—																								
CE-8	Mb	4+700	0,90	3,40	—																								
MÍNIMO						91,6	41,7	0,0	0,0	0,0	1,49	1,70	5,08	1,35	0,11	0,05	0,24	1,36	18,8	2,2	2,8	0,0	0,000	0,000	24,19	0,35	0,534	0,08	
MÁXIMO						100,0	97,9	21,8	29,7	28,6	1,82	2,16	26,0	6,24	1,94	0,10	0,61	1,61	27,3	4,7	5,4	1,9	1,570	1,550	25,99	0,71	0,839	1,68	
MEDIA						99,5	72,1	38,7	21,8	16,9	1,64	1,95	19,55	3,70	0,71	0,08	0,46	1,46	22,8	3,7	4,4	0,6	0,406	0,400	25,09	0,53	0,687	0,88	
DESVIACIÓN TÍPICA						2,09	19,16	12,4	7,5	6,2	0,09	0,12	6,68	2,45	0,66	0,02	0,16	0,10	2,88	0,87	1,06	0,80	0,60	0,59	1,27	0,25	0,22	1,13	
TOTAL ENSAYOS REALIZADOS						14	14	14	14	14	9	9	9	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2

APÉNDICE 2.

LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

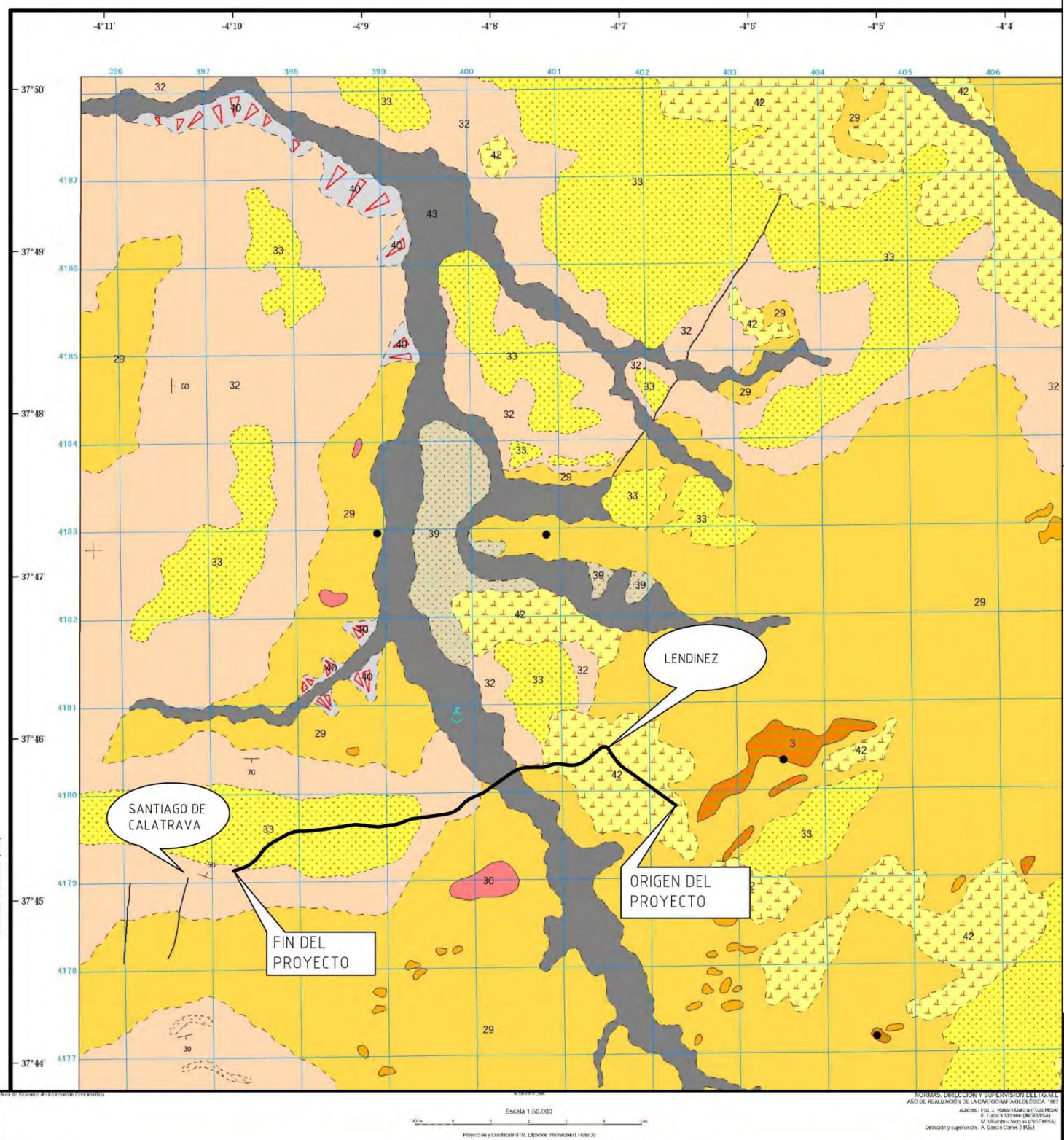


Instituto Geológico
y Minero de España

MARTOS

946

18-38



LEYENDA

UNIDADES DE LA DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR
Y DE LAS ZONAS EXTERNAS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS

CUATERNARIO		
PLIOCENO		
MIOCENO	SUPERIOR	MESSINIENSE
		PORTUGALENSE
	MEDIO	LANGHI
		INFERIOR

PREBÉTICO

PREBÉTICO INTERNO		
CRETÁCICO	SUPERIOR	CFNOMANIENSE
		ALBIENSE
	INFERIOR	BARREMIENSE
		NEOCOMIENSE

UNIDADES INTERMEDIAS (SUBBÉTICO EST. SEP.)

UNIDAD DE JABALGUZ		
CRETÁCICO	SUPERIOR	CENOMANIENSE
		ALBIENSE
	INFERIOR	APTENSE
		BARREMIENSE
JURÁSICO	MARM	OXFORDIENSE
		DOGGER
	LIAS	BAJOJURÁSICO
		MEDIO-SUPERIOR

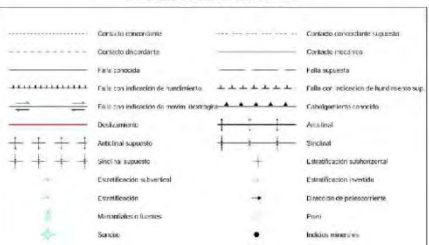
SUBBÉTICO

SUBBÉTICO EXTERNO		
CRETÁCICO	INFERIOR	8
		7
JURÁSICO	SUPERIOR	5
		4
TRIÁS	KUPPER	2
		MUSCHELKALK

- 43 Aluvial o relleno coluvial.
42 Fondos de valle.
41 Derrubios de ladera.
40 Glacis (coluvial).
39 Terrazas, aluviales.
38 Conglomerados de matriz limo-arcillosa, de color rojo.
37 Calcareonitas.
36 Margas limosas de color crema.
35 Calcareonitas, areniscas calcáreas y conglomerados. Localmente calizas de algas.
34 Areniscas y areniscas calcáreas de carácter turbidítico.
33 Unidad detrítico-carbonatada, facies de margas blancas y limos margosos.
32 Unidad detrítico-carbonatada, facies turbidíticas.
31 Olistolitos de calizas del Prebético.
30 Olistolitos de edad Cretácico-Terciario indiferenciados.
29 Unidad Olistostromática.
28 Calizas masivas blancas.
27 Calizas en bancos y calizas nodulosas.
26 Calizas y margas.
25 Margas, margocalizas y calizas.
24 Calizas en bancos y calizas nodulosas.
23 Rótula margoso-calcareas.
22 Calizas brechoides y margas.
21 Margas y margocalizas laminadas.
20 Margas, margocalizas y calizas blanco-grisáceas.
19 Areniscas con intercalaciones margosas.
18 Margas arcillosas grises y verdes con areniscas. Turbiditas.
17 Brechas calcáreas. Olistolitos.
16 Margocalizas, margas y calizas grises.
15 brechas calcáreas, calizas y calizas nodulosas.

- 13 Margas y margocalizas ricas en radiolarios.
12 Calizas oolíticas con filamentos y sílex.
11 Calizas y calizas margosas tabulares.
10 Calizas micricas y oolíticas grises y blancas.
9 Dolomías grises.
8 Brechas (Pena de Martos).
7 Margas y calizas margosas grises.
6 Calizas micricas y oolíticas.
5 Dolomías.
4 Rocas básicas.
3 Yesos.
2 Margas, arcillas y areniscas versicolores.
1 Dolomías.

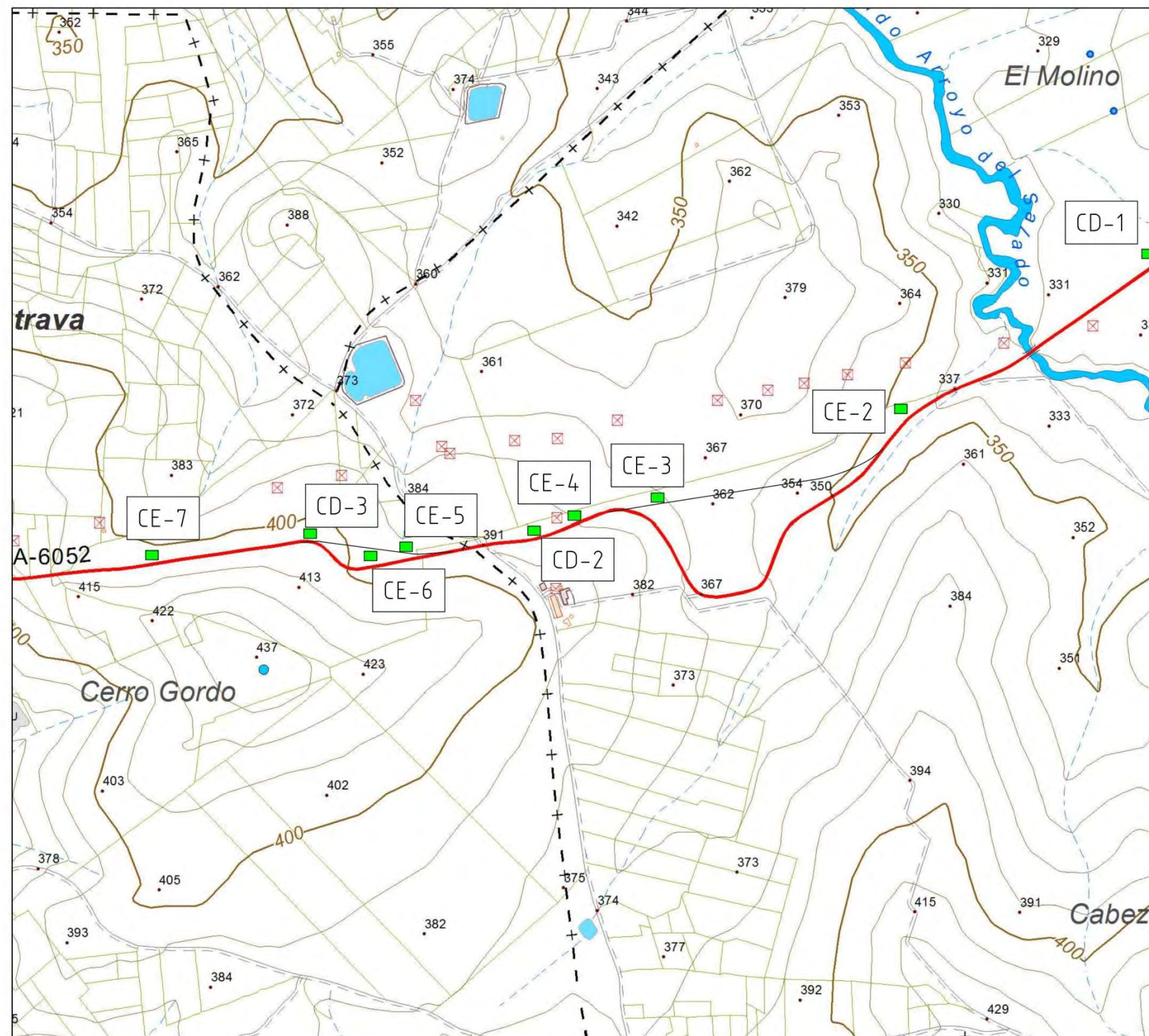
SÍMBOLOS CONVENCIONALES



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	Junio	RUBÉN				
COMPROBADO	2016	JIMÉNEZ				
		MARTÍNEZ				
ESCALA:	PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052, P.K. 14+000 AL 19+000 TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)			Nº PLANO	Nº ANEJO	
1:50.000				1	2	
	PLANO LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA			SUSTITUYE A:		
				SUSTITUIDO POR:		

APÉNDICE 3.

LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES



LEYENDA

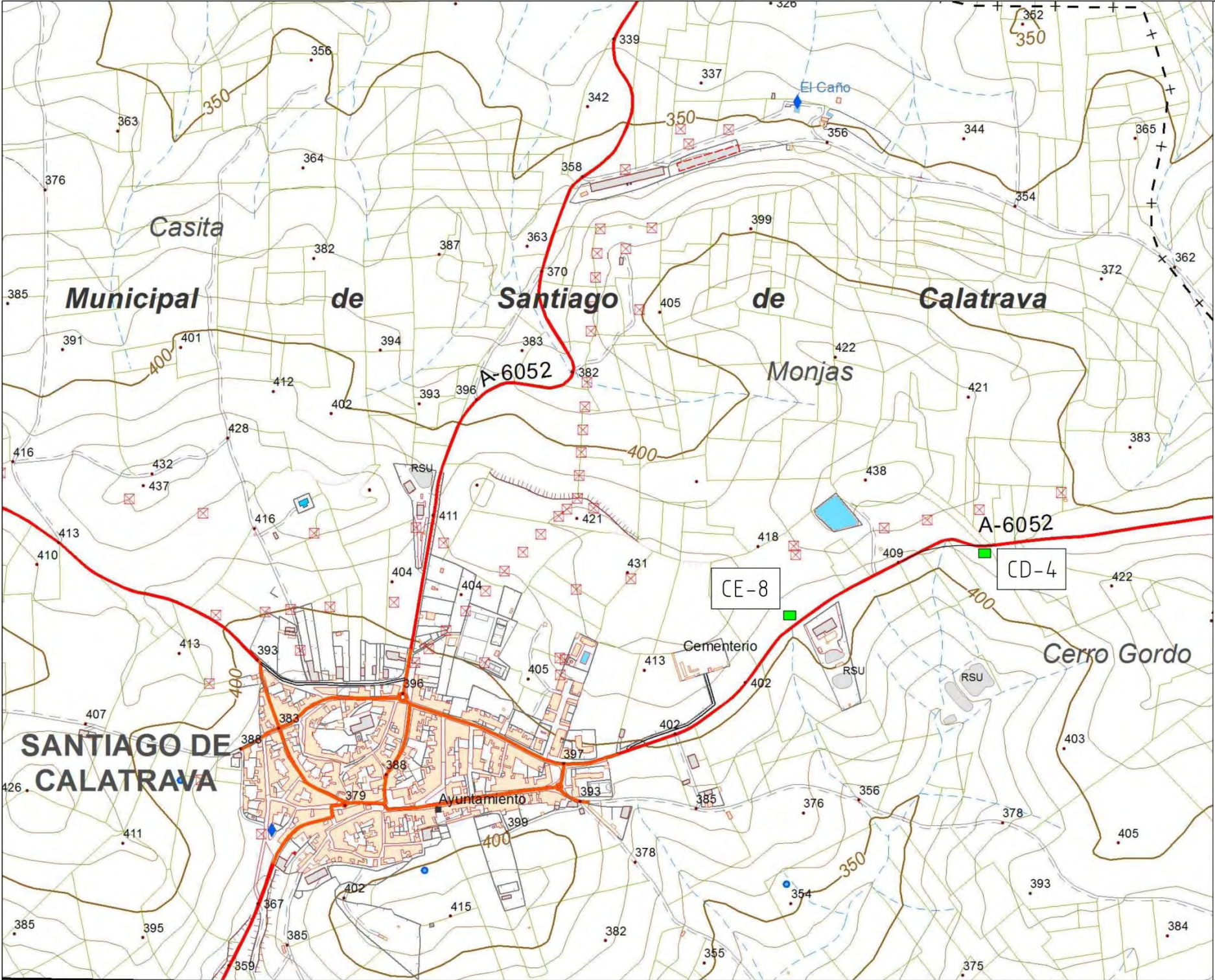


CALICATA



MODIFICACIÓN
DEL TRAZADO

DIBUJADO COMPROBADO	FECHA Junio 2016	NOMBRE RUBÉN JIMÉNEZ MARTÍNEZ	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
ESCALA: 1:10.000		PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052, P.K. 14+000 AL 19+000 TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)		Nº PLANO 3	Nº ANEJO 2
		PLANO SITUACIÓN DE PROSPECCIONES		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:	



LEYENDA



CALICATA

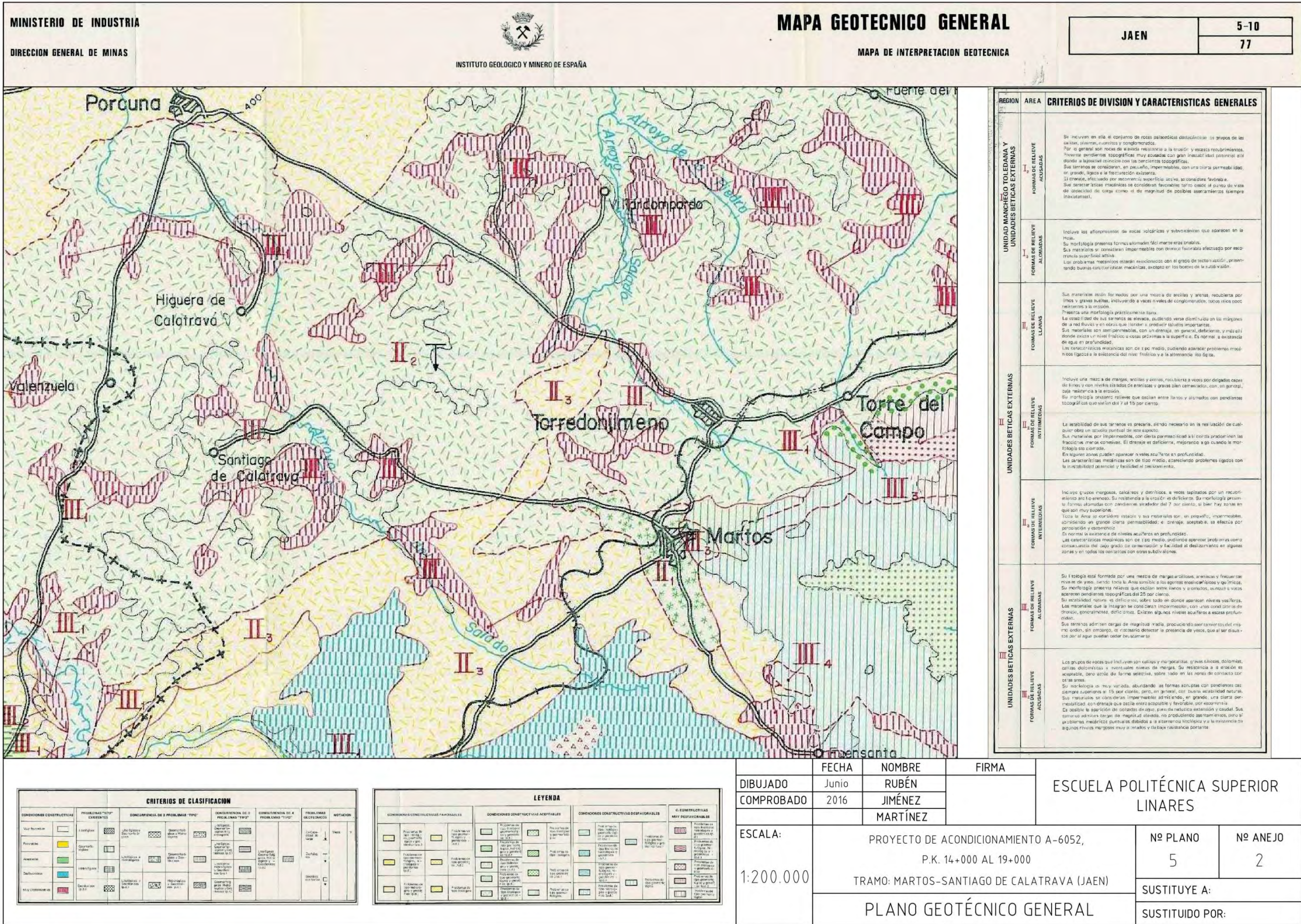


MODIFICACIÓN
DEL TRAZADO

		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	DIBUJADO	Junio	RUBÉN			
	COMPROBADO	2016	JIMÉNEZ			
			MARTÍNEZ			
ESCALA: 1:10.000	PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052, P.K. 14+000 AL 19+000 TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)				Nº PLANO 4	Nº ANEJO 2
	PLANO SITUACIÓN DE PROSPECCIONES				SUSTITUYE A:	
					SUSTITUIDO POR:	

APÉNDICE 4.

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA



APÉNDICE 5.

LOCALIZACIÓN DE YACIMIENTOS

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES
E. 1 : 200.000

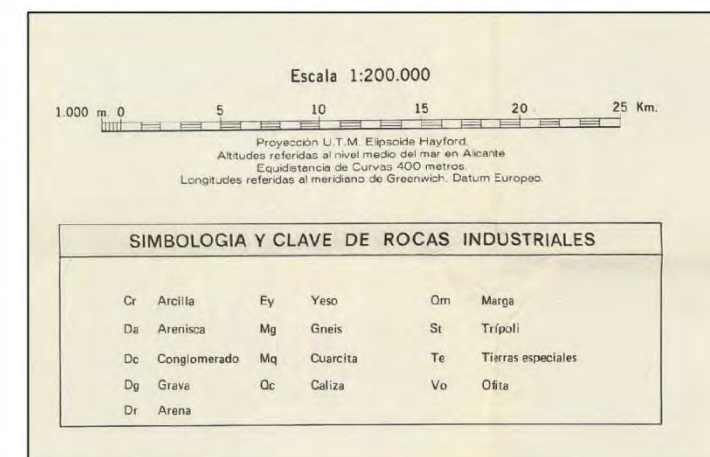
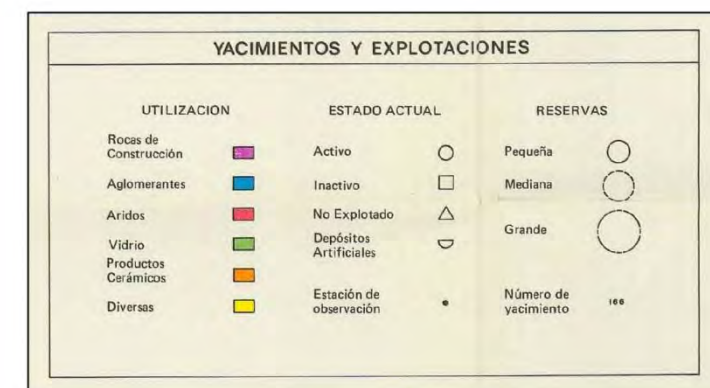
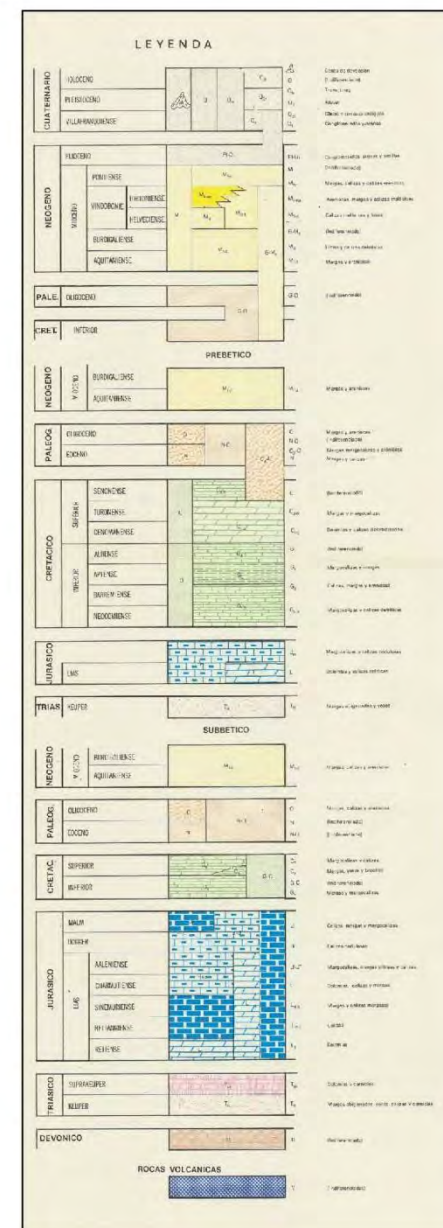


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00344

JAEN

77
5-10



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	Junio	RUBÉN			
COMPROBADO	2016	JIMÉNEZ MARTÍNEZ			
ESCALA:	PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052, P.K. 14+000 AL 19+000			Nº PLANO	Nº ANEJO
1:200.000	TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)			6	2
	PLANO YACIMIENTOS GENERAL			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

ANEJO 3.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

ANEJO 3.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

3.1.- HIDROGRAFÍA

3.1.1.- Introducción

3.1.2.- Caracterización climática

3.1.3.- Variables climáticas

3.1.4.- Índices climáticos

3.1.4.1.- Introducción

3.1.4.2.- Aridez de Martonne

3.1.4.3.- Índice termo-pluviométrico de Dantin-Revenga

3.1.4.4.- Pluviosidad de Lang

3.1.4.5.- Clasificación agroclimática de Köppen

3.1.4.6.- Clasificación climática de Papadakis

3.1.4.7.- Diagrama ombrotérmico de Walter-Gaussen

3.2.- HIDROLOGÍA

3.2.1.- Introducción

3.2.2.- Datos de partida

3.2.3.- Precipitaciones máximas previsibles

3.2.3.1.- Introducción

3.2.4.- Estudio de las cuencas

3.2.5.- Metodología del cálculo de caudales

3.2.6.- Caudales de proyecto

APÉNDICE 1.- PLANOS DE CUENCAS

ANEJO 3.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

3.1.- HIDROGRAFÍA

3.1.1.- Introducción

El objetivo de la Climatología es la recopilación y análisis de los datos que permitan una definición del clima de la zona de proyecto. De esta forma se sientan las bases para el dimensionamiento de las obras de drenaje y se establecen los condicionantes climatológicos del plan de obra y las medidas correctoras a proponer en el Estudio de Impacto Ambiental.

3.1.2.- Caracterización climática

El clima de la zona del proyecto es mediterráneo con ciertos rasgos continentales que se traducen en la existencia de dos estaciones largas y relativamente extremas, con un invierno fresco y húmedo, y un verano tórrido y seco.

Las precipitaciones son bajas tanto en las cantidades recogidas como en el número de días de lluvia. La precipitación media anual recogida por la estación meteorológica más cercana a la zona del proyecto es de 587,5 mm

La temperatura media anual es de 17,1 °C y el periodo cálido tiene una duración de 2 meses, siendo el mes más cálido julio y el más frío enero.

3.1.3.- Variables climáticas

Para una caracterización precisa desde el punto de vista climático se ha seleccionado la estación termométrica y pluviométrica más representativa en función de la proximidad al trazado de proyecto y de la extensión de datos disponibles.

Para dicha estación se han seleccionado dos periodos históricos representativos en los que se recogen los diferentes valores de precipitación y temperatura:

- Periodo 1931 - 1980 (Fuente Instituto Nacional de Meteorología)
- Periodo 1983 – 2010 (Fuente Agencia Estatal de Meteorología)

El cuadro siguiente incluye los datos referidos a la Estación termométrica y pluviométrica de Jaén, anteriormente nombrada, indicando su (longitud, latitud y altitud), su número de identificación y los periodos con datos y el número de años completos con datos.

DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA	
Datos	Jaén
Indicativo	5270B
Altitud (m)	580
X (U.T.M)	432.183,0
Y (U.T.M)	4.193.960,0
Longitud	3° 48' 32" O
Latitud	37° 46' 39" N
Año inicio	1983
Año final	2010

Los datos pluviométricos proporcionados por la estación 5270B – “Jaén” son los siguientes:

PRECIPITACION MEDIA (mm)		
Mes	Periodo 1931 - 1980	Periodo 1983 - 2010
Enero	73,9	55
Febrero	78,1	50
Marzo	82,2	44
Abril	62,3	54
Mayo	48,8	43
Junio	19,9	18
Julio	4,3	2
Agosto	3,7	9
Septiembre	29,5	26
Octubre	53,3	55
Noviembre	58,3	62
Diciembre	73,2	75
Anual	587,5	493

Los datos térmicos proporcionados por la estación 5270B – “Jaén” son los siguientes:

TEMPERATURA MEDIA (°C)		
Mes	Periodo 1931 - 1980	Periodo 1983 - 2010
Enero	8,4	8,6
Febrero	9,5	10,3
Marzo	12,0	13,1
Abril	14,2	14,5
Mayo	18,4	18,2
Junio	23,4	23,7
Julio	27,6	27,6
Agosto	27,3	26,9
Septiembre	23,5	22,8
Octubre	17,6	17,9
Noviembre	12,4	12,3
Diciembre	8,9	9,5
Anual	17,0	17,1

Tª media de las máximas del mes más cálido	33,7 (°C)
Tª media de las mínimas del mes más frío	5,1 (°C)

3.1.4- Índices climáticos

3.1.4.1.- Introducción

Los índices climáticos tratan de establecer una correlación numérica entre las variables climáticas de una estación y el medio que le rodea. Su función es cuantificar la influencia del clima en las comunidades vegetales y, por lo tanto, para la selección de plantaciones a realizar con los acabados de obra y para la valoración hidrológica de la zona.

En resumen del apartado anterior podemos obtener los siguientes datos:

Precipitación media anual: 587,5 mm

Temperatura media anual: 17,1 °C

Temperatura media del mes más cálido: 33,7 °C

Temperatura media del mes más frío: 5,1°C

3.1.4.2.- Aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne corresponde a la siguiente expresión:

$$I_a = \frac{R}{t + 10}$$

donde:

I_a índice de aridez

R Precipitación media anual (mm)

t Temperatura media anual (°C)

La clasificación de los climas según Martonne es la siguiente:

I_a	Tipo de clima
0-5	Desierto (Per-árido)
5-10	Semidesierto (Árido)
10-20	Estepa (Semiárido)

20-40	Secano (Sub-húmedo)
40-60	Húmedo
≈60	Per-húmedo

Sustituyendo se obtiene:

$$I_a = \frac{587,5}{17,1 + 10} = 21,68$$

Lo que corresponde a un clima de secano, adecuado, por lo tanto para el cultivo de secano y olivares pero es arriesgado el cultivo de cereales.

3.1.4.3.- Índice termo-pluviométrico de Dantin-Revenga

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_{tp} = 100 \frac{t}{R}$$

donde:

I_a Índice de aridez

R Precipitación media anual (mm)

t Temperatura media anual (°C)

I_a	Tipo de clima
0-2	Húmedo
2-3	Semiárido
3-6	Árido
> 6	Subdesértico

Y sustituyendo:

$$I_{tp} = 100 \cdot \frac{17,1}{587,5} = 2,91$$

Por lo que será una zona semiárida.

3.1.4.4.- Pluviosidad de Lang

El factor pluviométrico de Lang se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$f_p = \frac{P}{t}$$

donde:

P Precipitación media anual (mm)

t Temperatura media anual (°C)

Según este índice los climas se clasifican de la siguiente forma:

f_p	Tipo de clima
0-20	Per-árido
20-40	Árido
40-60	Semiárido
60-100	Sub-húmedo
100-160	Húmedo
>160	Per-húmedo

Sustituyendo:

$$f_p = \frac{587,5}{17,1} = 34,36$$

Valor del índice pluviométrico de Lang que corresponde a un clima árido.

3.1.4.5- Clasificación agroclimática de Köppen.

El índice K de Köppen se define de la siguiente forma:

$K = 2t + 14$ Régimen pluviométrico uniforme

$K = 2t + 28$ Presenta un máximo en verano

$K = 2t$ Máximo en invierno

Siendo t la temperatura media anual. El clima se clasifica en cinco tipos fundamentales designados con las letras A, B, C, D y E.

Tipo	Precipitación anual normal	Temperatura media normal en el mes más frío (°C)	Temperatura media normal en el mes más cálido (°C)
A (tropical lluvioso)	> 750 mm	> 18	-
B (seco)	(en cm) < K	-	-
C (templado lluvioso)	(en cm) > K	> -3 < 18	-
D (frío)	> K	< -3	> 10
E (polar)	> K	< -3	< 10

Estos tipos se subdividen en subtipos, según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales subtipos y sus respectivos símbolos son los siguientes:

A: Selva tropical, lluvioso todo el año.

Aw: Sabana, lluvioso en verano.

BS: Estepa, precipitación anual >K/2

Bw: Desierto, precipitación anual <K/2

Cf: Mesotermal (templado) húmedo, lluvioso todo el año.

Cw: Mesotermal (templado) húmedo, con invierno seco, lluvioso en verano.

Cs: Mesotermal (templado), húmedo, con verano seco (Mediterráneo), lluvioso en invierno.

Df: Microtermal (frío, con invierno seco), lluvioso todo el año.

Dw: Microtermal (frío, con invierno seco), lluvioso en verano

ET: Tundra, temperatura del mes más cálido < 0 (°C)

EF: Helado, temperatura del mes más cálido < 0 (°C)

Debido a que la precipitación anual en la zona de proyecto es de 587,5 mm, la temperatura media anual de 17,1 (°C), la temperatura del mes más frío 5,1 (°C) y los veranos son secos, el clima de la zona de estudio corresponde al rago C, concretamente al Cs: Mesotermal (templado), invierno lluvioso y verano seco.

3.1.4.6.- Clasificación climática de Papadakis.

Esta clasificación define:

- tipo de invierno
- tipo de verano
- régimen térmico
- régimen de humedad

Según los datos recogidos por la estación 5270B – “Jaén” tenemos:

- tipo de invierno: Avena v (cálido) por cumplir que:
 - la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío es > -10 (°C) (Enero 5,1 °C)
 - la temperatura media de las máximas en el mes más frío está entre 5° y 10°C (Enero 8,6 °C)
- tipo de verano: G (algodón cálido) por cumplir que:
 - la duración de la estación libre de heladas (mínima, disponible o media), en meses $> 4,5$
 - la temperatura media de la media de las máximas de los 6 meses más cálidos $> 25^{\circ}\text{C}$ (En nuestro caso es 28,1°C)
 - la temperatura media de las máximas del mes más cálido es $> 33,5$ °C (Julio 33,7 °C)

En función del régimen térmico y de humedad el clima de la zona de proyecto se clasifica según Papadakis como Mediterráneo subtropical.

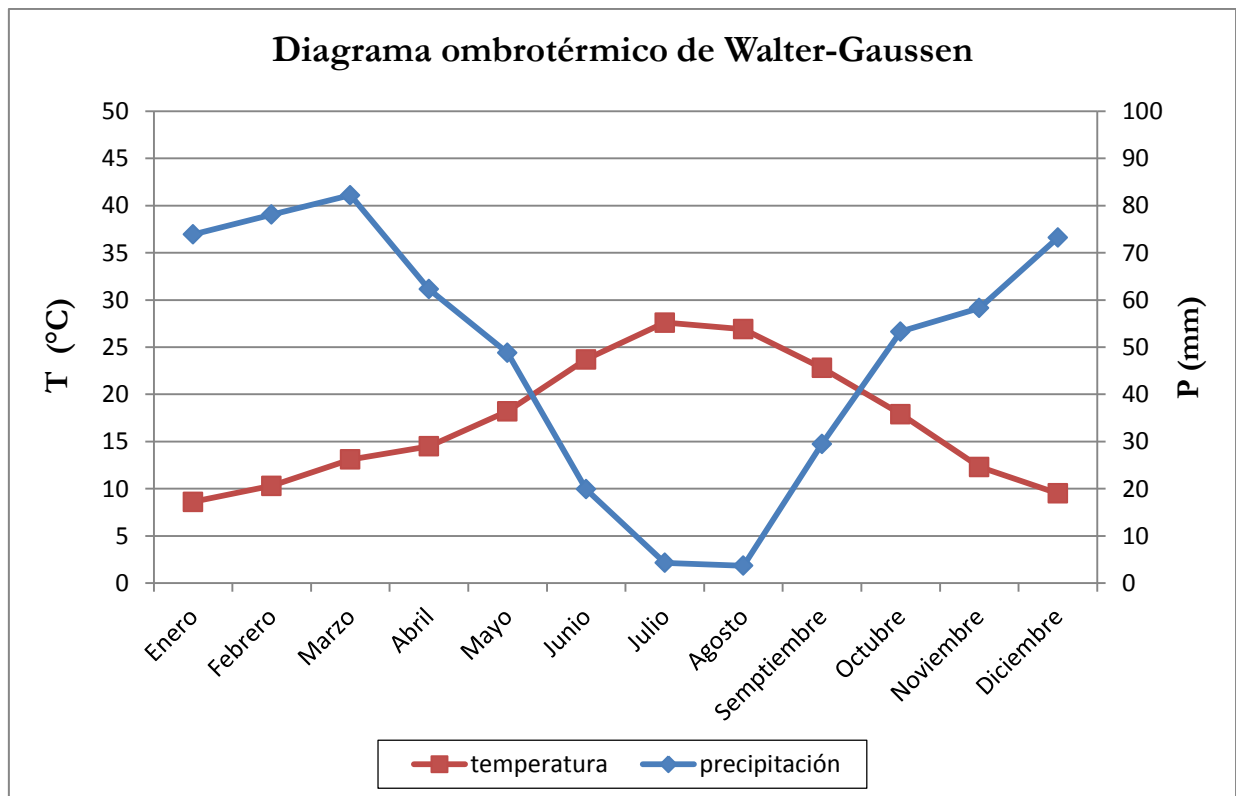
3.1.4.7.- Diagrama ombrotérmico de Walter-Gaussen

Este diagrama representa, a partir de los valores medios mensuales de temperatura y precipitación, distintos periodos que caracterizan el clima de una determinada zona. Para ello emplea el siguiente criterio:

- Periodo húmedo: cuando la precipitación media, en mm, es superior a tres veces la temperatura media, en °C.
- Periodo semihúmedo: cuando la razón entre precipitación y temperatura está comprendida entre 2 y 2.
- Periodo árido: la precipitación media es inferior a dos veces la temperatura media, en mm y °C, respectivamente.

Partiendo de estos criterios se elabora un gráfico en el que, mediante distintos colores, quedan definidos los periodos de humedad. Para ello, se emplea un sistema de coordenadas cartesianas, con dos ordenadas. En la ordenada derecha se ubica la escala de las precipitaciones (en mm) y en la izquierda las temperaturas en °C. La escala de las temperaturas se hace a la mitad de las precipitaciones, manteniendo la proporción $P = 2T$. De esta forma, cuando la curva de precipitaciones se ubica por debajo de la curva de temperatura, podemos reconocer el periodo árido.

Los valores medios de precipitación y temperatura correspondiente a la estación seleccionada (5270B – “Jaén”), generan el siguiente gráfico:



3.2.- HIDROLOGÍA

3.2.1.- Introducción

El objetivo de la hidrología es la definición de las cuencas de aportación interceptadas por la carretera así como los caudales máximos que pueden circular por las mismas. A partir de los resultados obtenidos se procederá al dimensionamiento de las obras de drenaje en el anejo correspondiente.

3.2.2.- Datos de partida

Los términos municipales de Santiago de Calatrava y Lendinez se encuentran comprendidos, desde un punto de vista hidrológico, en la cuenca del río Guadalquivir. El Guadalquivir recorre una longitud de 657 kilómetros y sus afluentes principales son los ríos Genil, Guadiana Menor, Guadalbullón y Guadajoz por la izquierda y Guadalmena, Jándula y Guadiato por la derecha.

Dado que no se dispone de registros de caudales de las cuencas del tramo en proyecto, para obtenerlos es necesario aplicar métodos hidrometeorológicos de cálculo, basados en los datos de precipitaciones que se calculan a continuación, y en las características físicas de las cuencas.

3.2.3.- Precipitaciones máximas previsibles

3.2.3.1.- Introducción

El estudio de las precipitaciones máximas en 24 h previsibles se realiza mediante la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” editada por el Ministerio de Fomento en 1997.

La finalidad de esta publicación es establecer un método operativo que proporcione los valores de las precipitaciones máximas previsibles para distintos periodos de retorno necesarios para la aplicación de modelos hidrometeorológicos al cálculo de avenidas en cuencas no aforadas. Los resultados de esta publicación se basan en el análisis de 1.545 estaciones con 30 o más años de registro mediante la distribución estadística denominada SQRT-ET máx, diseñada específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.

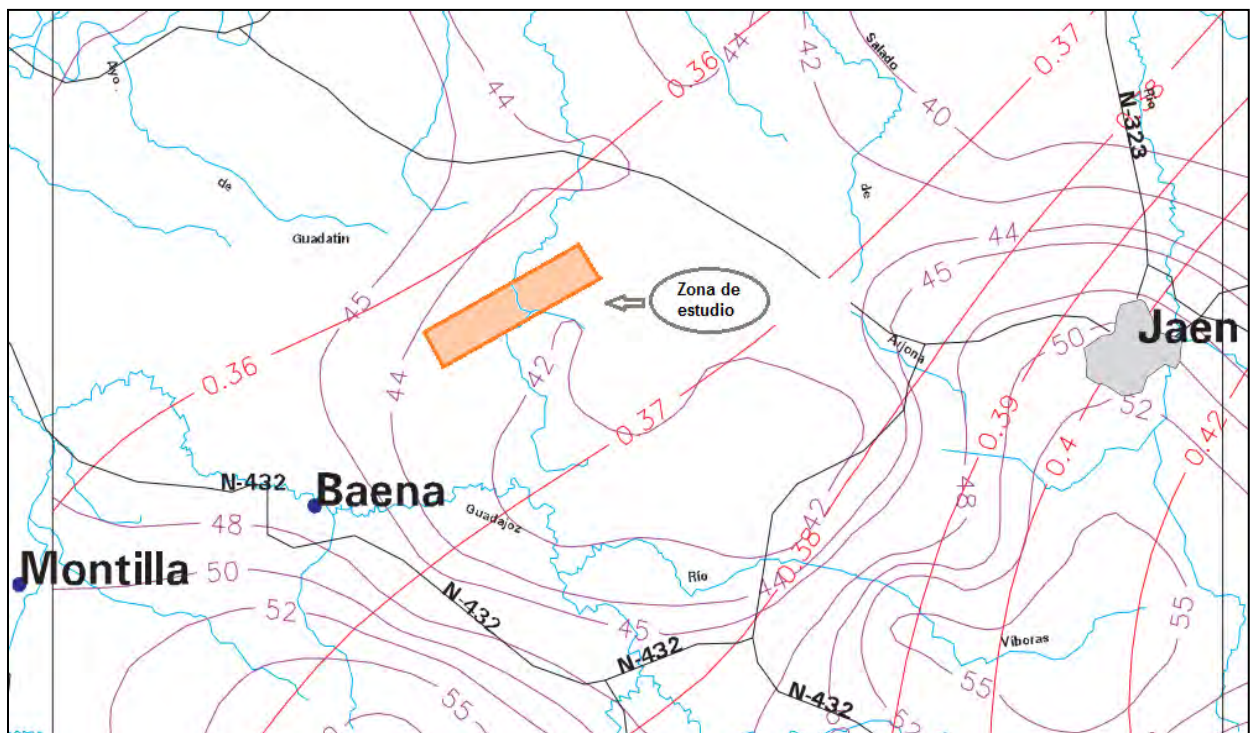
3.2.3.2.- Metodología

El proceso operativo de obtención de los cuantiles para distintos periodos de retorno a partir de estos mapas es el siguiente:

1. Localización en los mapas del punto geográfico deseado.
2. Estimación mediante las Isolíneas representadas del coeficiente de variación C_v y del valor medio $\bar{P}$ de la máxima precipitación diaria anual.
3. Para el periodo de retorno deseado T y el valor de C_v , obtención del cuantil regional Y_T
4. Realizar el producto del cuantil regional Y_T por el valor medio $\bar{P}$ obteniéndose X_T , es decir, el cuantil local buscado.

3.2.3.3.- Cálculo de las precipitaciones máximas previsibles

El mapa de isolíneas, que refleja el valor medio de la precipitación diaria máxima $\bar{P}$ (mm/día) (color morado) y el coeficiente de variación C_v (color rojo), con la localización de proyecto es:



Fuente: “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, Hoja 3-5 Ministerio de Fomento de España.

A la zona de estudio le corresponden los siguientes valores:

$$\bar{P} = 43,5 \text{ mm}$$

$$C_v = 0,3630$$

A partir del siguiente fragmento de la tabla se obtiene el valor de Y_t en función de T y C_v :

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128

Las precipitaciones máximas resultantes para la zona de estudio se recogen en la siguiente tabla:

Tiempo de retorno (T)	Y_t	$P_{max} = X_t = Y_t \cdot \bar{P}$
2	0,9184	39,95
5	1,2271	53,38
10	1,4505	63,10
25	1,7563	76,40
50	2,0003	87,01
100	2,2600	98,31
200	2,5388	110,44
500	2,9103	126,60

3.2.4.- Estudio de las cuencas

El estudio de cuencas se ha realizado sobre las cartografías 1:25.000 y 1:50.000 de la zona de proyecto. Se han delimitado las cuencas para poder determinar aquellas que son interceptadas por la traza.

Existen cuencas que dan lugar a nuevas obras de drenaje transversal y otras existentes en las que vierten las obras de drenaje longitudinal en las que será necesario comprobarlas.

3.2.5.- Metodología del cálculo de caudales

Para el cálculo de los caudales punta necesarios en el dimensionamiento de las obras de drenaje se utilizará el método hidrometeorológico establecido en la Instrucción de Carreteras 5.2 – IC “Drenaje Superficial”, modificada por la Orden FOM/298/2016 de 15 de Febrero.

La formulación propuesta por Témez amplía el campo de aplicación a cuencas de hasta 3.000 km² y tiempos de concentración comprendidos entre 0,25 h y 24 h.

El método de cálculo será el que se expone a continuación:

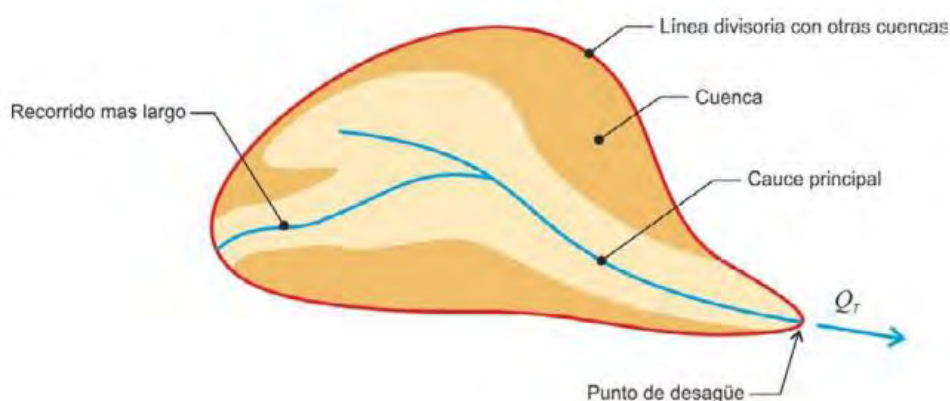


Figura 3.1 – Esquema de Cuenca (Fuente: Instrucción 5.2 – IC “Drenaje Superficial”)

Fórmula de cálculo del caudal punta.

El caudal punta Q_T (en m³/s) en el punto en el que desagüe una cuenca se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_T = \frac{C \cdot A \cdot I \cdot K_t}{3,6}$$

donde:

- Q_T Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (Figura 3.1) (m^3/s)
- .
- C Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie considerada. (adimensional)
- A Área de la cuenca o superficie considerada. (km^2)
- I Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca. (mm/h)
- K_t Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional)

El caudal resultante se multiplicará por un coeficiente de uniformidad K_t cuya finalidad es abordar la excesiva simplificación que supone asumir un valor de lluvia neta constante a lo largo del tiempo de concentración, despreciando la influencia de las restantes variables tales como el tamaño de la cuenca, torrencialidad del clima...

Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Esta expresión ha sido obtenida a partir de comprobaciones empíricas realizadas en diversas estaciones de aforo nacionales y de acuerdo con las conclusiones deducidas de los análisis teóricos desarrollados mediante el hidrograma unitario.

- Intensidad media de precipitación

La intensidad media de precipitación se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{I_d} = \left[\frac{I_1}{I_d} \right]^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al periodo de retorno. Es igual a:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24} \rightarrow \begin{cases} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & K_A = 1 \\ A > 1 \text{ km}^2 & K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \end{cases}$$

P_d (mm) = precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo

I_1 (mm/h) = intensidad horaria de precipitación que corresponde a dicho periodo de retorno. El valor de la razón I_1/I_d se obtiene de la figura 3.2

t duración del intervalo que al que se refiere I , que se tomará igual al tiempo de concentración.

K_A factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

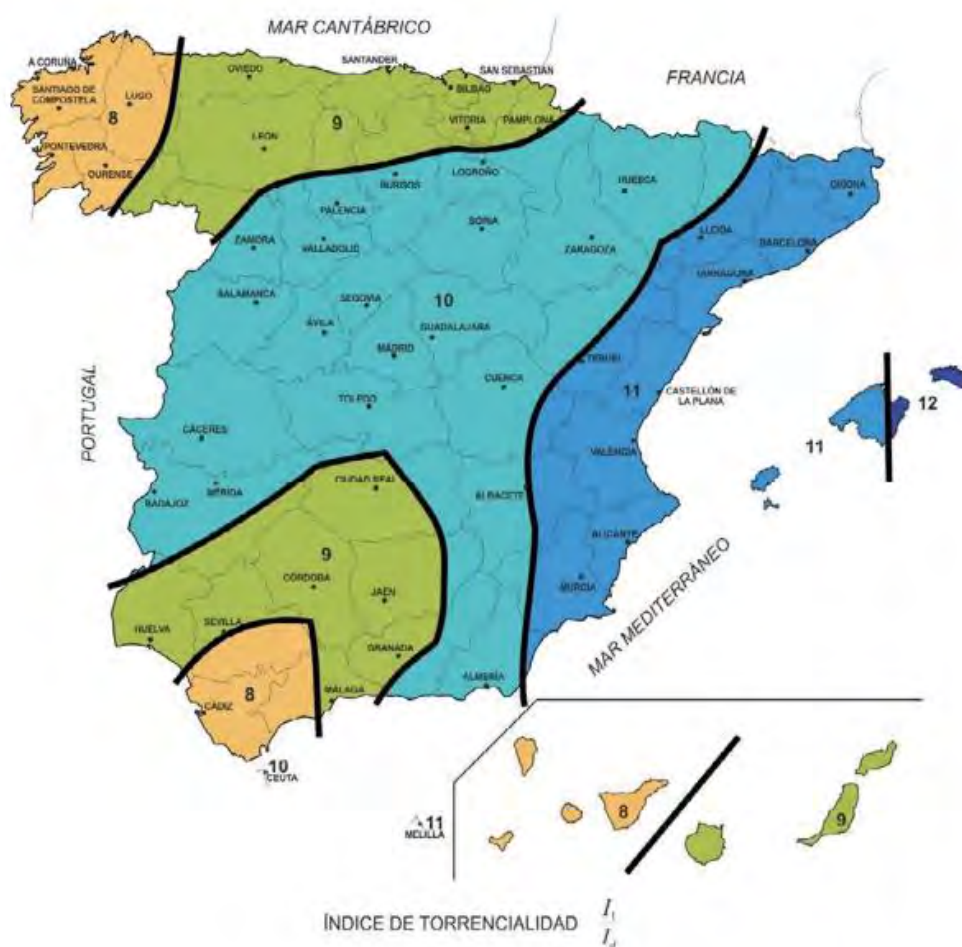


Figura 3.2.- Mapa del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

- Tiempo de concentración

El tiempo de concentración t_c es el tiempo que tarda en empaparse el terreno más el que tarda en llegar el agua recogida en el punto más alejado de la cuenca hasta la obra de fábrica. Depende de la longitud del cauce (L) y de la pendiente (J), y se estima a partir de la siguiente formula:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

donde

t_c tiempo de concentración en horas

L_c longitud del cauce en km

J_c pendiente en m/m

- Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía se obtendrá mediante la siguiente formula, representada gráficamente en la figura 3.3

$$\begin{aligned} \text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 & \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\ \text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 & \quad C = 0 \end{aligned}$$

donde

C Coeficiente de escorrentía (adimensional)

P_d Precipitación correspondiente al período de retorno T considerado (mm)

K_A Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional)

P_0 Umbral de escorrentía (mm)

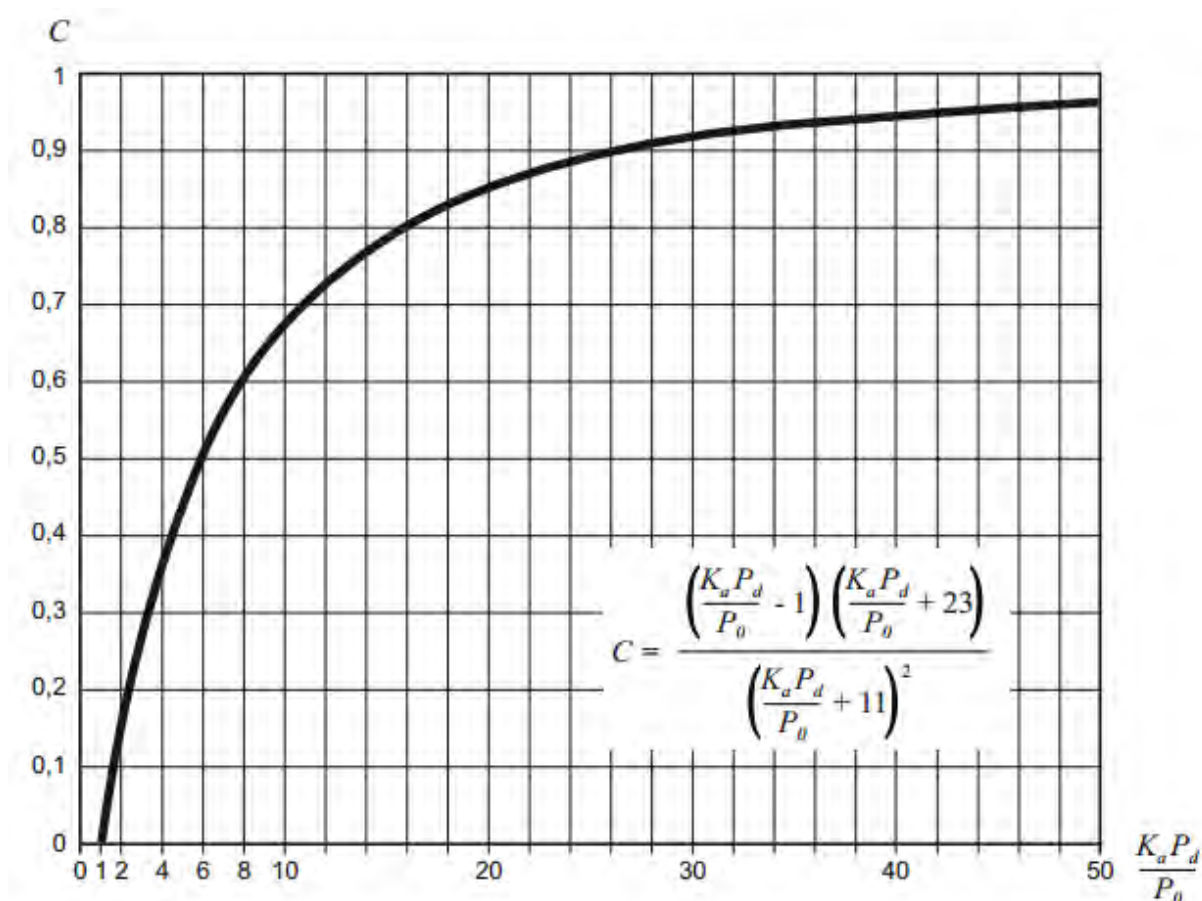


Figura 3.3.- Determinación del coeficiente de escorrentía

El umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

P_0 Umbral de escorrentía (mm)

P_0^i Valor inicial de umbral de escorrentía (Tabla 2.3 de la norma, Tabla 3.1 y Figura 3.5)

β Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Tabla 2.5 de la norma y Figura 3.6)

$$\beta = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T \quad (\text{para drenaje transversal})$$

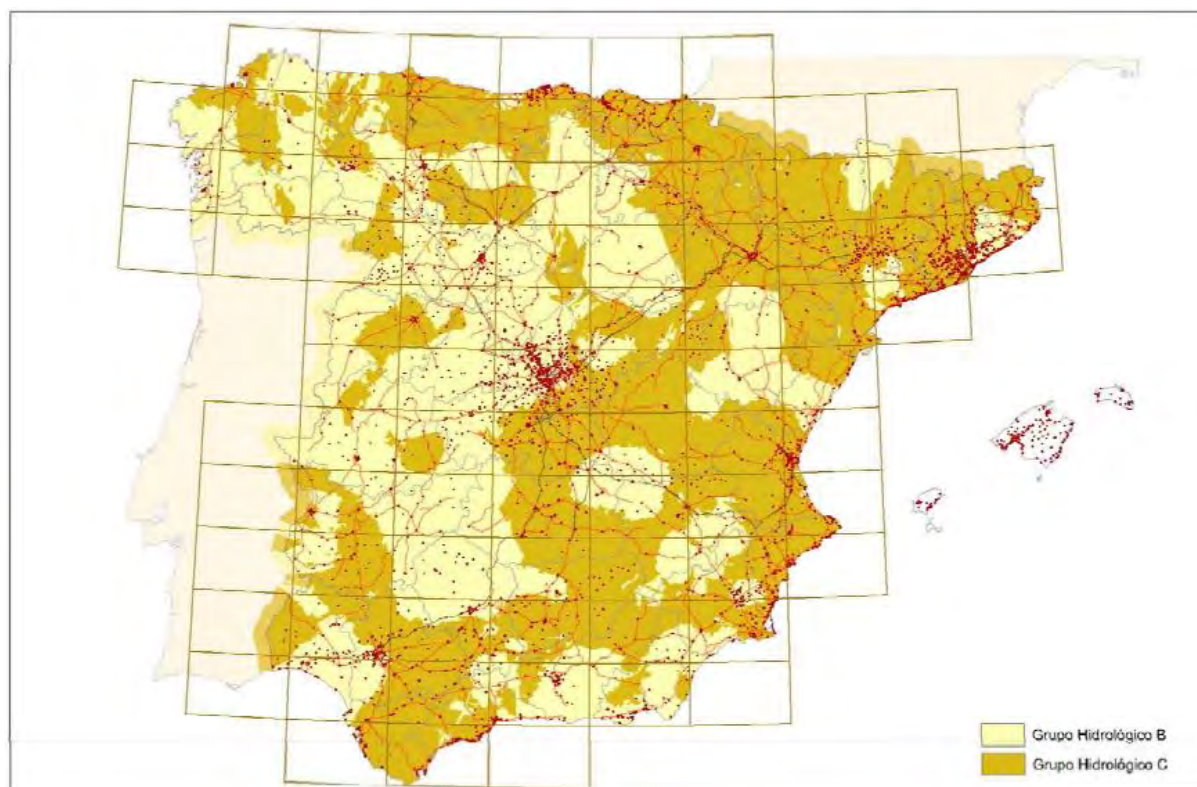


Figura 3.4.- Mapa de grupos hidrológicos de suelo

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Tabla 3.1.- Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor de P_0

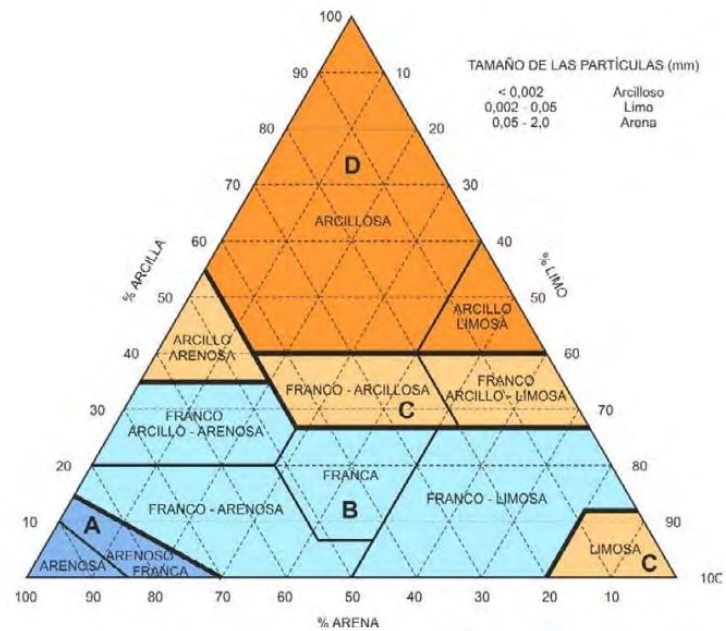


Figura 3.5.- Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo de suelo



Figura 3.6.- Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

TABLA 2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA P_0 (mm)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22110	Víñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Víñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Víñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherido		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherido		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherido		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherido		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezaal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarborescentes o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
33220	Afloramientos rocosos y canchales		≥ 3	2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales		< 3	4	4	4	4
33230	Coladas lávicas cuaternarias		≥ 3	3	3	3	3
33230	Coladas lávicas cuaternarias		< 3	5	5	5	5
33300	Espacios con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33300	Espacios con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33310	Xeroestepa subdesértica		≥ 3	24	14	8	6
33310	Xeroestepa subdesértica		< 3	58	25	12	7
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			15	8	6	4
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33400	Zonas quemadas			15	8	6	4
33500	Glaciares y nieves permanentes			0	0	0	0
41100	Humedales y zonas pantanosas			2	2	2	2
41200	Turberas y prados turbosos			248	99	25	16
42100	Marismas			2	2	2	2
42200	Salinas			5	5	5	5
42300	Zonas llanas intermareales			0	0	0	0
51100	Cursos de agua			0	0	0	0
51110	Ríos y cauces naturales			0	0	0	0
51120	Canales artificiales			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
51120	Embalses			0	0	0	0
51120	Embalses (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
52100	Lagunas costeras			0	0	0	0
52200	Estuarios			0	0	0	0
52300	Mares y océanos			0	0	0	0

Notas:

La codificación de los tipos del suelo corresponde al proyecto europeo Corine Land Cover 2000

N: Denota cultivo según las curvas de nivel.

R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA:
VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos $F_{10}=1,00$

3.2.6.- Caudales de proyecto

Los caudales necesarios para el dimensionamiento de las nuevas obras de drenaje quedan reflejados en la siguiente tabla:

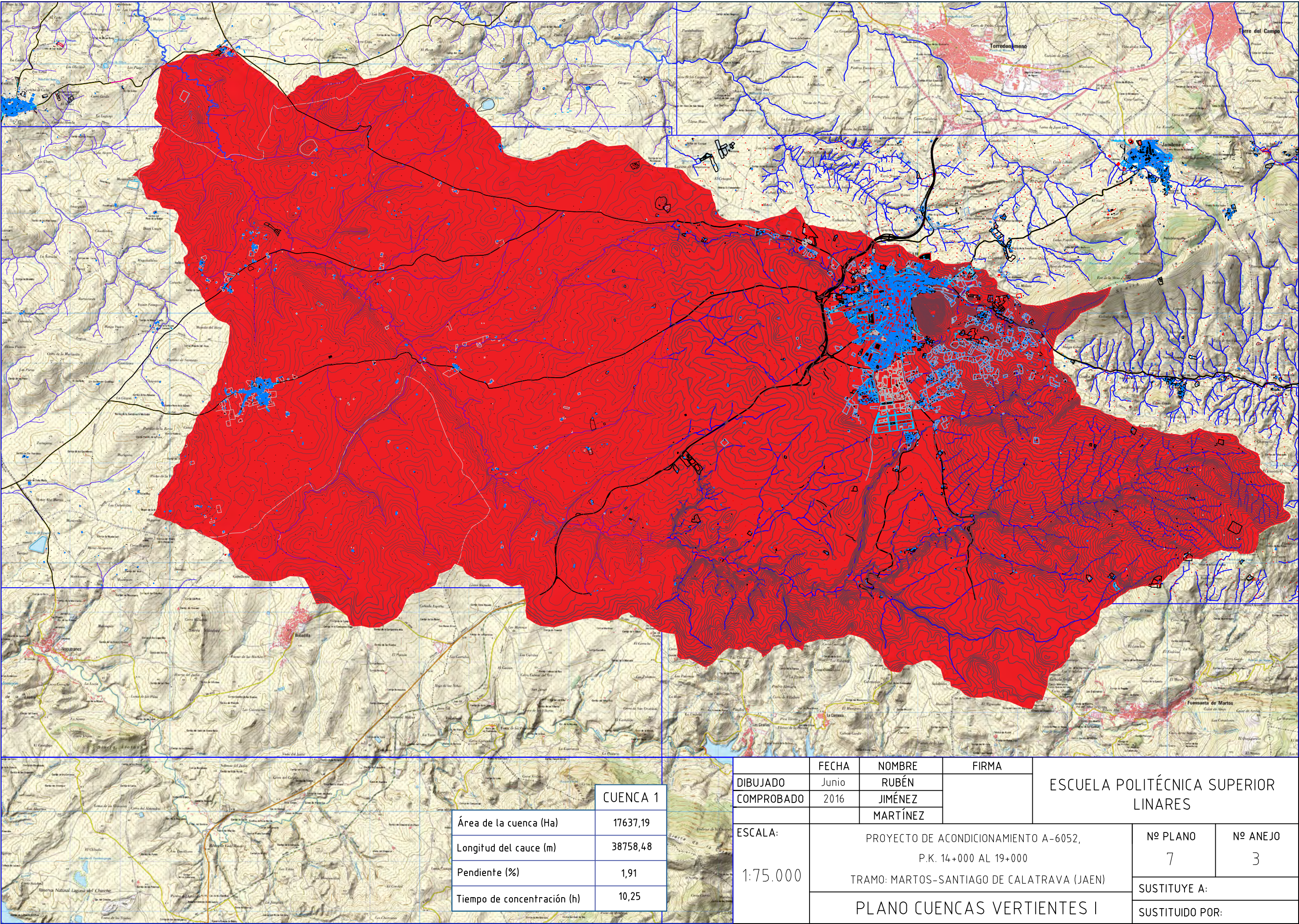
			Cuenca 1		Cuenca 2		Cuenca 3		Cuenca 4		Cuenca 5		Cuenca 6	
NOMBRE	P_0^i mm	Suelo	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm
Urbanizaciones	14	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013	35,74	0	0
Olivares (i>3%)	28	B	0	0	1,588	71,48	0,258	71,48	0,081	71,48	0	0	0,245	71,48
Olivares (i<3%)	34	B	167,55	86,802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL	176,37	86,802	1,588	71,48	0,258	71,48	0,081	71,48	0,013	35,74	0,245	71,48
Cota del punto más alejado (m)			ZM	1077	ZM	486	ZM	445	ZM	427	ZM	378	ZM	398
Cota del punto de control (m)			Zm	335	Zm	376	Zm	376	Zm	376	Zm	370	Zm	335
Desnivel del cauce (m)			H	742	H	110	H	69	H	51	H	8	H	63
Longitud del cauce (m)			L	38758,48	L	2598,85	L	1602,58	L	1501,08	L	175,87	L	2000,06
Pendiente media del cauce (m/m)			I	0,01914	I	0,04233	I	0,04306	I	0,03398	I	0,04549	I	0,03150
Tiempo de concentración			Tc	10,249	Tc	1,131	Tc	0,780	Tc	0,777	Tc	0,144	Tc	0,980
Isolínea I1/Id			I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9
β			β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553
β (T = 5)			β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095
β (T = 10)			β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739
β (T = 25)			β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146
β (T = 50)			β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755
β (T = 100)			β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553
β (T = 500)			β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886
β_m			β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10
Δ_{50}			Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25
F_T (T = 5)			F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87
F_T (T = 10)			F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94
F_T (T = 25)			F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16
F_T (T = 100)			F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38
F_T (T = 500)			F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56
K _A (factor reductor de precipitación por área)			K _A	0,850	K _A	0,987	K _A	1	K _A	1	K _A	1	K _A	1
K _t (coeficiente de uniformidad ditribucción de precipitación)			K _t	1,567	K _t	1,077	K _t	1,050	K _t	1,050	K _t	1,006	K _t	1,065

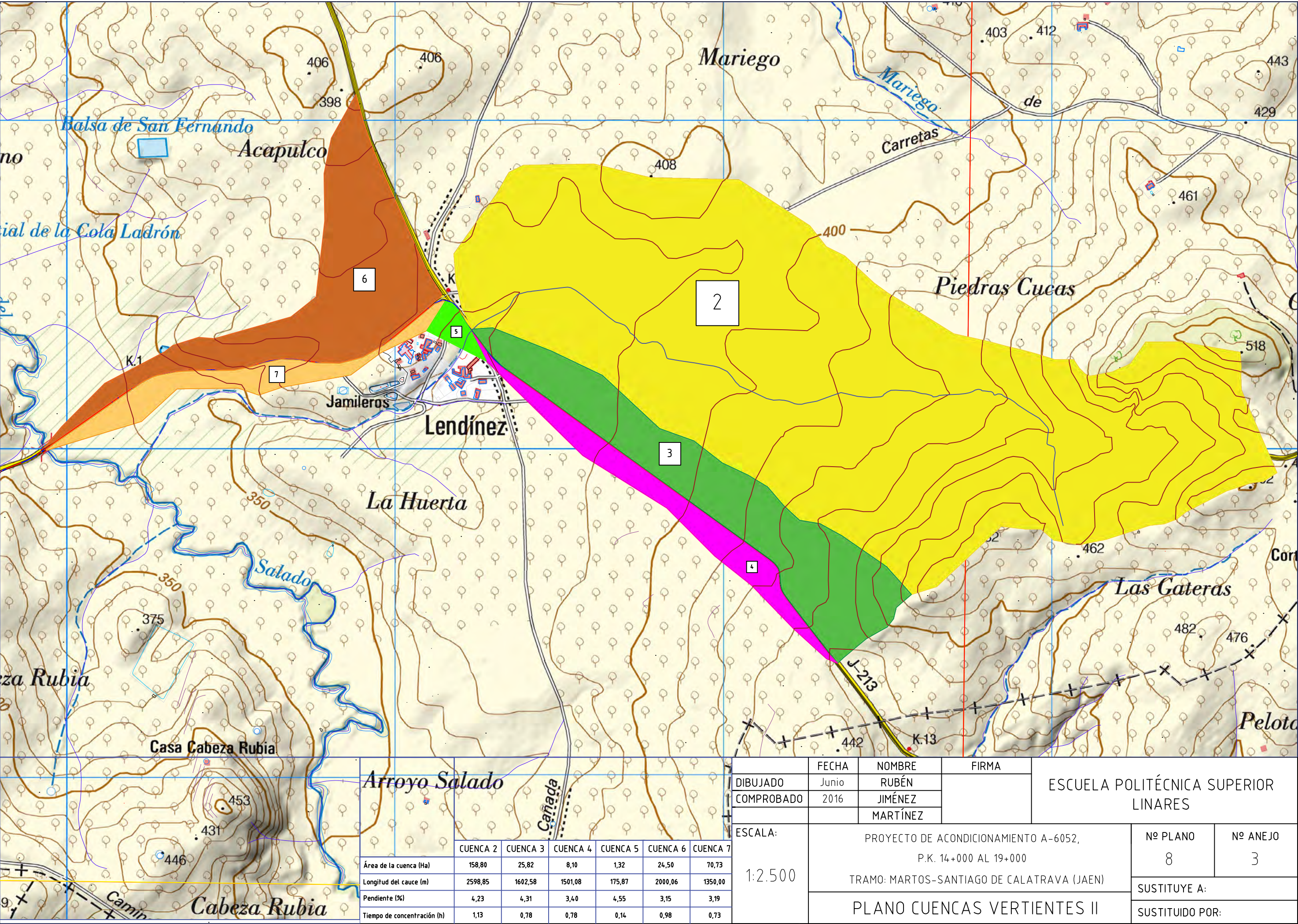
	Cuenca 1		Cuenca 2		Cuenca 3		Cuenca 4		Cuenca 5		Cuenca 6	
Precipitación Diaria Máxima T=5 (mm)	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38
Precipitación Diaria Máxima T=10 (mm)	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10
Precipitación Diaria Máxima T=25 (mm)	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40
Precipitación Diaria Máxima T=50 (mm)	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01
Precipitación Diaria Máxima T=100 (mm)	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31
Precipitación Diaria Máxima T=500 (mm)	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60
It (T=5)	It (5)	3,969	It (5)	18,440	It (5)	22,935	It (5)	22,994	It (5)	53,269	It (5)	20,243
It (T=10)	It (10)	4,692	It (10)	21,798	It (10)	27,112	It (10)	27,181	It (10)	62,968	It (10)	23,929
It (T=25)	It (25)	5,680	It (25)	26,392	It (25)	32,826	It (25)	32,910	It (25)	76,241	It (25)	28,973
It (T=50)	It (50)	6,469	It (50)	30,057	It (50)	37,385	It (50)	37,481	It (50)	86,828	It (50)	32,996
It (T=100)	It (100)	7,309	It (100)	33,961	It (100)	42,240	It (100)	42,348	It (100)	98,105	It (100)	37,281
It (T=500)	It (500)	9,413	It (500)	43,733	It (500)	54,395	It (500)	54,534	It (500)	126,336	It (500)	48,010
C (T=5)	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0,0774	C (5)	0
C (T=10)	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0,1163	C (10)	0
C (T=25)	C (25)	0	C (25)	0,0090	C (25)	0,0114	C (25)	0,0114	C (25)	0,1657	C (25)	0,0114
C (T=50)	C (50)	0	C (50)	0,0327	C (50)	0,0352	C (50)	0,0352	C (50)	0,2021	C (50)	0,0352
C (T=100)	C (100)	0	C (100)	0,0569	C (100)	0,0597	C (100)	0,0597	C (100)	0,2384	C (100)	0,0597
C (T=500)	C (500)	0,0392	C (500)	0,1138	C (500)	0,1171	C (500)	0,1171	C (500)	0,3191	C (500)	0,1171
Caudales según la Norma 5.2 – IC “Drenaje Superficial” actualizada por la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero												
Q (T=5) m ³ /s	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0,015	Q (5)	0
Q (T=10) m ³ /s	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0,027	Q (10)	0
Q (T=25) m ³ /s	Q (25)	0	Q (25)	0,113	Q (25)	0,028	Q (25)	0,009	Q (25)	0,046	Q (25)	0,024
Q (T=50) m ³ /s	Q (50)	0	Q (50)	0,466	Q (50)	0,099	Q (50)	0,031	Q (50)	0,065	Q (50)	0,084
Q (T=100) m ³ /s	Q (100)	0	Q (100)	0,918	Q (100)	0,190	Q (100)	0,060	Q (100)	0,086	Q (100)	0,161
Q (T=500) m ³ /s	Q (500)	28,070	Q (500)	2,364	Q (500)	0,480	Q (500)	0,151	Q (500)	0,148	Q (500)	0,408

			Cuenca 7		Cuenca 8		Cuenca 9		Cuenca 10		Cuenca 11		Cuenca 12	
NOMBRE	P_0^i mm	Suelo	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm	Área km ²	Po mm
Urbanizaciones	14	B	0,106	35,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olivares (i>3%)	28	B	0,601	71,484	0,907	71,484	1,288	71,484	0	0	0,527	71,484	0	0
Olivares (i<3%)	34	B	0	0	0	0	0	0	0,101	86,802	0	0	0,167	86,802
		TOTAL	0,707	107,226	0,907	71,484	1,288	71,484	0,101	86,802	0,527	71,484	0,167	86,802
Cota del punto más alejado (m)			ZM	378	ZM	376	ZM	395	ZM	445	ZM	445	ZM	436
Cota del punto de control (m)			Zm	335	Zm	345	Zm	345	Zm	378	Zm	407	Zm	417
Desnivel del cauce (m)			H	43	H	31	H	50	H	67	H	38	H	19
Longitud del cauce (m)			L	1350,00	L	556,59	L	1540,00	L	641,94	L	572,75	L	878,48
Pendiente media del cauce (m/m)			I	0,03185	I	0,05570	I	0,03247	I	0,10437	I	0,06635	I	0,02163
Tiempo de concentración			Tc	0,725	Tc	0,333	Tc	0,799	Tc	0,329	Tc	0,329	Tc	0,563
Isolínea I1/Id			I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9	I1/Id	9
β			β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553	β	2,553
β (T = 5)			β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095	β (5)	1,6095
β (T = 10)			β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739	β (10)	1,739
β (T = 25)			β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146	β (25)	2,146
β (T = 50)			β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755	β (50)	2,2755
β (T = 100)			β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553	β (100)	2,553
β (T = 500)			β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886	β (500)	2,886
β_m			β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10	β_m	2,10
Δ_{50}			Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25	Δ_{50}	0,25
F_T (T = 5)			F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87	F_T (5)	0,87
F_T (T = 10)			F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94	F_T (10)	0,94
F_T (T = 25)			F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16	F_T (25)	1,16
F_T (T = 100)			F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38	F_T (100)	1,38
F_T (T = 500)			F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56	F_T (500)	1,56
K _A (factor reductor de precipitación por área)			K _A	1	K _A	1	K _A	0,993	K _A	1	K _A	1	K _A	1
K _t (coeficiente de uniformidad ditribucción de precipitación)			K _t	1,046	K _t	1,018	K _t	1,051	K _t	1,017	K _t	1,017	K _t	1,034

	Cuenca 7		Cuenca 8		Cuenca 9		Cuenca 10		Cuenca 11		Cuenca 12	
Precipitación Diaria Máxima T=5 (mm)	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38	Pd (5)	53,38
Precipitación Diaria Máxima T=10 (mm)	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10	Pd (10)	63,10
Precipitación Diaria Máxima T=25 (mm)	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40	Pd (25)	76,40
Precipitación Diaria Máxima T=50 (mm)	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01	Pd (50)	87,01
Precipitación Diaria Máxima T=100 (mm)	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31	Pd (100)	98,31
Precipitación Diaria Máxima T=500 (mm)	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60	Pd (500)	126,60
It (T=5)	It (5)	23,859	It (5)	35,718	It (5)	22,480	It (5)	35,913	It (5)	35,923	It (5)	27,291
It (T=10)	It (10)	28,203	It (10)	42,222	It (10)	26,574	It (10)	42,452	It (10)	42,464	It (10)	32,261
It (T=25)	It (25)	34,148	It (25)	51,122	It (25)	32,175	It (25)	51,400	It (25)	51,415	It (25)	39,061
It (T=50)	It (50)	38,890	It (50)	58,221	It (50)	36,643	It (50)	58,538	It (50)	58,555	It (50)	44,485
It (T=100)	It (100)	43,940	It (100)	65,783	It (100)	41,402	It (100)	66,140	It (100)	66,160	It (100)	50,262
It (T=500)	It (500)	56,585	It (500)	84,712	It (500)	53,316	It (500)	85,173	It (500)	85,198	It (500)	64,726
C (T=5)	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0	C (5)	0
C (T=10)	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0	C (10)	0
C (T=25)	C (25)	0	C (25)	0,0114	C (25)	0,0101	C (25)	0	C (25)	0,0114	C (25)	0
C (T=50)	C (50)	0	C (50)	0,0352	C (50)	0,0338	C (50)	0,0004	C (50)	0,0352	C (50)	0,0004
C (T=100)	C (100)	0	C (100)	0,0597	C (100)	0,0582	C (100)	0,0217	C (100)	0,0597	C (100)	0,0217
C (T=500)	C (500)	0,0294	C (500)	0,1171	C (500)	0,1153	C (500)	0,0722	C (500)	0,1171	C (500)	0,0722
Caudales según la Norma 5.2 – IC “Drenaje Superficial” actualizada por la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero												
Q (T=5) m ³ /s	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0
Q (T=10) m ³ /s	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0
Q (T=25) m ³ /s	Q (25)	0	Q (25)	0,149	Q (25)	0,122	Q (25)	0	Q (25)	0,087	Q (25)	0
Q (T=50) m ³ /s	Q (50)	0	Q (50)	0,526	Q (50)	0,466	Q (50)	0,001	Q (50)	0,307	Q (50)	0,001
Q (T=100) m ³ /s	Q (100)	0	Q (100)	1,008	Q (100)	0,906	Q (100)	0,041	Q (100)	0,589	Q (100)	0,052
Q (T=500) m ³ /s	Q (500)	0,342	Q (500)	2,544	Q (500)	2,312	Q (500)	0,176	Q (500)	1,486	Q (500)	0,224

APÉNDICE 1.- PLANOS DE CUENCAS





Arroyo Salado

	CUENCA 2	CUENCA 3	CUENCA 4	CUENCA 5	CUENCA 6	CUENCA 7
Área de la cuenca (Ha)	158,80	25,82	8,10	1,32	24,50	70,73
Longitud del cauce (m)	2598,85	1602,58	1501,08	175,87	2000,06	1350,00
Pendiente (%)	4,23	4,31	3,40	4,55	3,15	3,19
Tiempo de concentración (h)	1,13	0,78	0,78	0,14	0,98	0,73

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJADO	Junio	RUBÉN	
COMPROBADO	2016	JIMÉNEZ	
		MARTÍNEZ	

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
LINARES

ESCALA:
1:2.500

PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052,
P.K. 14+000 AL 19+000
TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)

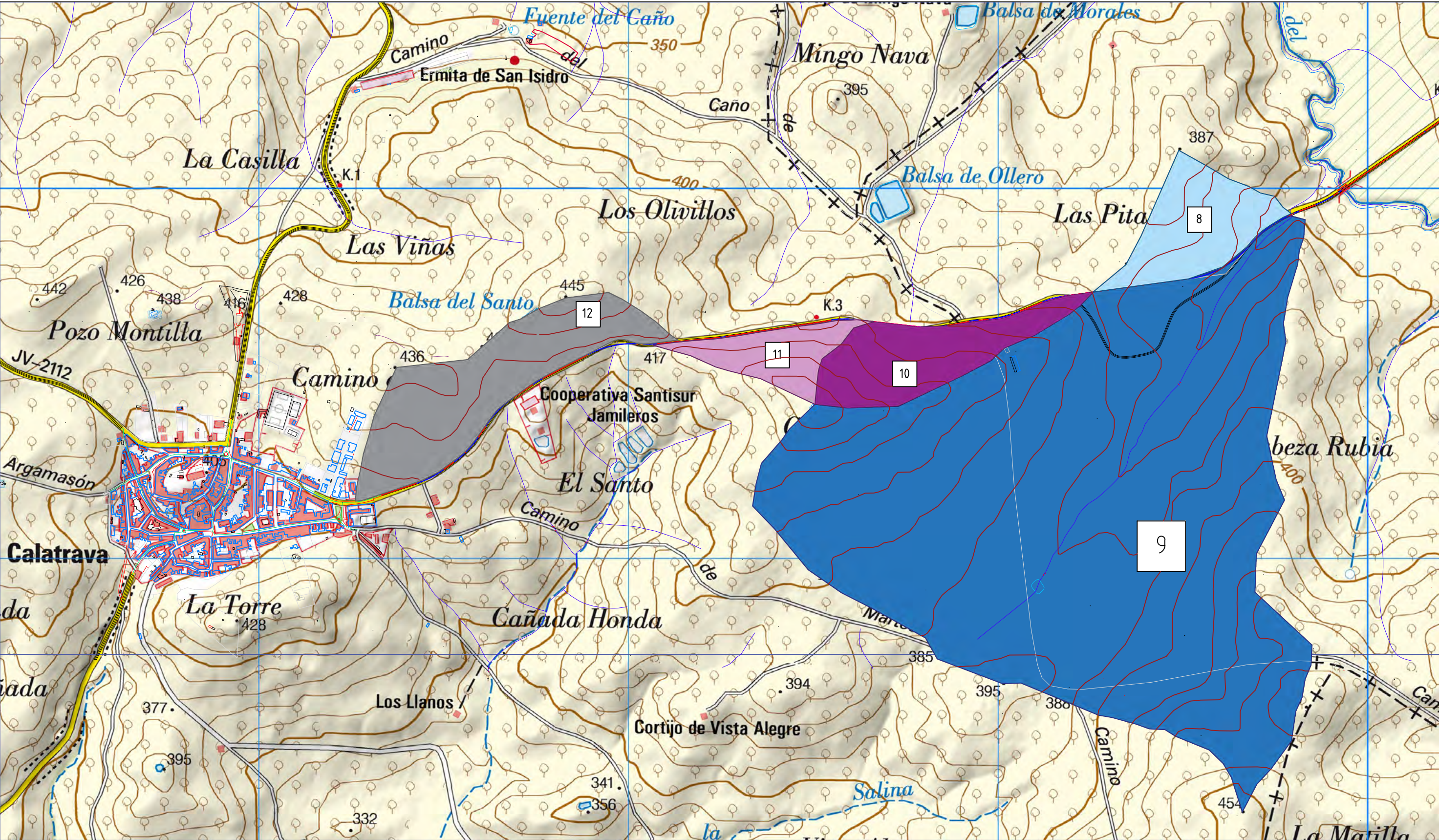
PLANO CUENCAS VERTIENTES II

Nº PLANO
8

Nº ANEJO
3

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:



DIBUJADO		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
COMPROBADO		Junio	RUBÉN				
		2016	JIMÉNEZ				
			MARTÍNEZ				
ESCALA:		PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO A-6052, P.K. 14+000 AL 19+000				Nº PLANO	Nº ANEJO
		TRAMO: MARTOS-SANTIAGO DE CALATRAVA (JAEN)				9	3
		PLANO CUENCAS VERTIENTES III				SUSTITUYE A:	
						SUSTITUIDO POR:	

	CUENCA 8	CUENCA 9	CUENCA 10	CUENCA 11	CUENCA 12
Área de la cuenca (Ha)	90,72	128,82	10,14	52,69	16,71
Longitud del cauce (m)	556,59	1540,00	541,94	572,75	878,48
Pendiente (%)	5,57	3,25	1,04	6,64	2,16
Tiempo de concentración (h)	0,33	0,80	0,33	0,33	0,56

ANEJO 4.- EFECTOS SÍSMICOS

ANEJO 4.- EFECTOS SÍSMICOS

4.1.- OBJETIVO

4.2.- APLICACIÓN DE LA NORMA

4.2.1.- Ámbito de aplicación

4.2.2.- Clasificación de las construcciones

4.2.3.- Criterios de aplicación de la Norma

4.3.- INFORMACIÓN SISMICA

4.4.- CONCLUSIONES

ANEJO 4.- EFECTOS SÍSMICOS

4.1.- OBJETIVO

En este Anejo se estima la necesidad de considerar los efectos sísmicos para el cálculo de las estructuras incluidas en el presente Proyecto siguiendo los criterios establecidos en la Norma Sismorresistente, Parte General y Edificación (NCSE-2002), que entró en vigor por Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre y que deroga la Norma que se venía aplicando con anterioridad con el mismo título por Real Decreto 2543/94 de 29 de diciembre.

4.2.- APLICACIÓN DE LA NORMA

4.2.1.- Ámbito de aplicación

La citada Norma Sismorresistente NCSE-2002 establece su ámbito de aplicación en el punto 1.2.1, en el que se indica que es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta.

Además, en los casos de reforma o rehabilitación también deberá tenerse en cuenta la Norma a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original, si bien a todos los efectos las obras de rehabilitación o reforma que impliquen modificaciones sustanciales de la estructura son asimilables a todos los efectos a las de construcción de nueva planta.

4.2.2.- Clasificación de las construcciones

A los efectos de la Norma, de acuerdo con el uso a que se destinan y con los daños que puede ocasionar su construcción independientemente del tipo de obra que se trate, las construcciones se clasifican en:

1. De importancia moderada.

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.

2. De importancia normal.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos

3. De importancia especial.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio

imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

En este grupo se incluyen las construcciones que así se considere en el planteamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. Que estén clasificadas como de importancia especial en las formativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.

4.2.3.- Criterios de aplicación de la Norma

La aplicación de la Norma es obligatoria en las construcciones que se citan en el artículo 1.2.1 de la misma, “Ámbito de aplicación”, con las siguientes excepciones:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c es igual o mayor de 0,08 g.

Si la aceleración básica es igual o mayor de 0,04 g deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,08 g e inferior a 0,12 g, las edificaciones de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, o similares, poseerán un máximo de cuatro alturas, y si dicha aceleración sísmica es superior a 0,12 g, un máximo de dos.

4.3.- INFORMACIÓN SÍSMICA

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la figura 2.1 de la Norma Sismorresistente, copia del cual se incluye en el presente Anejo.

4.4.- CONCLUSIONES

Dado que el ámbito del Proyecto discurre entre el municipio de Santiago de Calatrava (Jaén) y la pedanía de Lendinez (Jaén) donde la aceleración sísmica básica, a_b , es 0,06 g, será necesario que se calcule la construcción teniendo en cuenta la acción sísmica según se establece en el capítulo 2 de la Norma y siguiendo los procedimientos descritos en el capítulo 3. Además se deberán cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 de la Norma Sismorresistente.

ANEJO 5.- DRENAJE

ANEJO 5.- DRENAJE

5.1.- INTRODUCCIÓN

5.1.1.- Resumen del Estudio de Climatología e Hidrología

5.1.2.- Condicionantes al diseño

5.1.2.1.- Generales

5.1.2.2.- Estudio hidrogeológico

5.2.- CALCULO HIDRÁULICO

5.2.1.- Resumen de los datos obtenidos del cálculo hidráulico

5.3.- CÁLCULO MECÁNICO

5.3.1.- Introducción

5.3.2.- Esquema de instalación

5.3.3.- Cálculo de las cargas actuantes

5.3.4.- Factor de apoyo

5.3.5.- Clase resistente exigible al tubo

5.4.- DRENAJE LONGITUDINAL

5.4.1.- Introducción

5.4.2.- Dimensionamiento y comprobación de los elementos

5.4.3.- Cunetas laterales

5.4.4.- Colectores

5.4.5.- Cuneta en pie de terraplén

5.4.6.- Bordillos y bajantes

5.5.- DRENAJE SUBTERRÁNEO

5.5.1.- Introducción

ANEJO 5.- DRENAJE

5.1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es la definición y dimensionamiento de todos aquellos elementos constitutivos del drenaje longitudinal, transversal y subterráneo necesarios para garantizar la evacuación de las aportaciones procedentes de la escorrentía superficial y subterránea de las cuencas interceptadas por la traza, las de la propia plataforma de la carretera, así como el desagüe de los puntos bajos y conexiones entre ramales de enlace.

Para ello se aplicará la Instrucción 5.2 “Drenaje Superficial”, modificada actualmente por la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero.

5.1.1.- Resumen del Estudio de Climatología e Hidrología.

A continuación se resumen los aspectos fundamentales para el desarrollo y cálculo de los elementos constitutivos del drenaje procedentes de los estudios de climatología e hidrología:

Periodo de retorno:

	Periodo de Retorno Diseño	Periodo de Retorno Comprobación
Obra de drenaje longitudinal	25	—
Obra de drenaje transversal	100	500
Viaductos	500	—

Precipitación Máxima Diaria Probable (P_d) para distintos periodos de retorno:

Pd (T) mm		Aplicación
Pd (5)	53,38	
Pd (10)	63,10	
Pd (25)	76,40	Cálculo de Caudales de aportación de la plataforma y Cuencas interceptadas al drenaje longitudinal
Pd (50)	87,01	
Pd (100)	98,31	Cálculo de caudales para Obras de Drenaje Transversal
Pd (500)	126,60	Comprobación de Obras de Drenaje Transversal

Las Pd son las calculadas en el Anejo de Climatología e Hidrología del presente proyecto a partir de los datos de precipitaciones y metodología proporcionada por la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” del Ministerio de Fomento (1999).

Para la definición de las cuencas no solo se ha tenido en cuenta las divisorias de agua y puntos bajos, sino también características condicionantes del propio trazado y su longitudinal, desagregando las cuencas en función de su aportación a cada tramo en cuneta de desmonte o en terraplén.

En el Anejo de Climatología e Hidrología se ha incluido un mapa de cuencas a escala desarrollado a partir de dos cartografías, una base de escala 1:25.000 y una de detalle, alrededor de la traza, de escala 1:2.500.

Se han calculado los caudales de aportación mediante la metodología descrita en la Instrucción 5.2 IC “Drenaje Superficial” (modificada por la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero), basada en el Método Racional del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (SCS-USDA); actualizado con las aportaciones de la monografía “Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas” publicada por el CEDEX, y de la actualización de tablas de Umbral de Escorrentía del Servicio de Conservación de Suelo (SCS-USDA).

A continuación se adjunta una tabla con los caudales de diseño para cada cuenca:

Caudales según la norma 5.2 IC actualizada por Orden FOM/298/2016									
Cuenca 1		Cuenca 2		Cuenca 3		Cuenca 4		Cuenca 5	
Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0,015
Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0,027
Q (25)	0	Q (25)	0,113	Q (25)	0,028	Q (25)	0,009	Q (25)	0,046
Q (50)	0	Q (50)	0,466	Q (50)	0,099	Q (50)	0,031	Q (50)	0,065
Q (100)	0	Q (100)	0,918	Q (100)	0,190	Q (100)	0,060	Q (100)	0,086
Q (500)	28,070	Q (500)	2,364	Q (500)	0,480	Q (500)	0,151	Q (500)	0,148
Cuenca 6		Cuenca 7		Cuenca 8		Cuenca 9		Cuenca 10	
Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0	Q (5)	0
Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0	Q (10)	0
Q (25)	0,024	Q (25)	0	Q (25)	0,149	Q (25)	0,122	Q (25)	0
Q (50)	0,084	Q (50)	0	Q (50)	0,526	Q (50)	0,466	Q (50)	0,001
Q (100)	0,161	Q (100)	0	Q (100)	1,008	Q (100)	0,906	Q (100)	0,041
Q (500)	0,408	Q (500)	0,342	Q (500)	2,544	Q (500)	2,312	Q (500)	0,176

Cuenca 11		Cuenca 12	
Q (5)	0	Q (5)	0
Q (10)	0	Q (10)	0
Q (25)	0,087	Q (25)	0
Q (50)	0,307	Q (50)	0,001
Q (100)	0,589	Q (100)	0,052
Q (500)	1,486	Q (500)	0,224

5.1.2.- Condicionantes al diseño

5.1.2.1.- Generales

Para el dimensionamiento del sistema hidráulico de drenaje se seguirán las instrucciones contenidas en las Normas 5.2-IC “Drenaje Superficial” y 5.1-IC “Drenaje”

Los periodos de retorno utilizados para el dimensionamiento de los elementos de drenaje serán, salvo incrementos fijados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, los nombrados anteriormente.

Para la comprobación de las condiciones de desagüe de una obra de drenaje transversal donde haya la posibilidad de daños catastróficos, o para la comprobación de la erosión fluvial en apoyos de puentes, con cimentación difícil o de coste elevado, el periodo de retorno a adoptar será de 500 años.

Condiciones específicas al drenaje longitudinal

Las salidas de las cunetas se proyectarán con una distancia máxima de 500 m o cuando se alcance un caudal de $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Se resolverán mediante:

- Arquetas de hormigón con arenero
- Desagües por medio de bajantes
- Obras de drenaje transversales para el drenaje longitudinal

La cota inferior el vértice de la cuneta deberá estar como mínimo 30 cm por debajo de la cota del borde inferior de la última capa drenante cuando las bermas no estén revestidas.

Condiciones específicas al drenaje transversal

La implantación de las obras de drenaje transversal se hará de forma que se cumplan los siguientes criterios:

- Evitar, en lo posible, salidas mediante bajadas escalonadas.
- Evitar, en general, transvasar agua de una cuenca a otra.
- Evitar, en lo posible, soleras escalonadas.

Se evitarán en lo posible obras multicelulares.

Se procurará que la sección de control del flujo esté a la entrada de la misma.

5.1.2.2.- Estudio hidrogeológico

Del estudio hidrogeológico contenido en el *Anejo 2.- Geología y geotecnia* se deduce que no existen zonas en donde haya que disponer de medidas especiales de drenaje.

5.2.- CALCULO HIDRÁULICO

El cálculo hidráulico se ha realizado mediante el método expuesto en la Instrucción 5.1-IC "Drenaje", para el cual se han planteado tres supuestos en el cálculo:

Supuesto 1: Características hidráulicas con el caudal de diseño. En él se estudia calado y velocidad para el caudal de diseño.

Supuesto 2: Características hidráulicas en funcionamiento a caudal crítico. Se calcula el máximo caudal que puede circular por la sección con una pendiente y un rozamiento dados. Este caudal máximo se alcanzará antes de llegar al calado máximo (sección llena), momento en que al entrar en carga el tubo aumentan rápidamente las pérdidas de carga, disminuyendo el caudal.

Supuesto 3: Características hidráulicas a sección llena. En él se estudia calado y velocidad para el calado máximo. Al entrar en carga el tubo no alcanzará su máximo caudal debido al incremento de pérdidas de carga por rozamiento que ello conlleva.

Por último resaltar que en ningún caso el caudal previsto para la máxima avenida en un periodo de retorno de $T=500$ años alcanza los valores de caudal máximo en cada sección.

En primer lugar para establecer las dimensiones de la obra, ha de verificarse que se cumplen los siguientes requisitos (establecidos en la Instrucción 5.1-IC "Drenaje"):

- Calado: debe utilizarse menos del 75% de la sección llena.
- Velocidad del agua: debe estar comprendida entre 0,5 y 6 m/s para evitar depósitos y erosiones
- Sobreelevación del nivel de agua a la entrada.

Para verificar el calado y la velocidad se ha empleado la fórmula de Manning-Strickler que consiste en lo siguiente:

$$Q = V \cdot S = S \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot K \cdot U$$

donde:

V	Velocidad media de la corriente.
Q	Caudal desaguado.
S	Área de la sección mojada. $(S = B \cdot y)$; $S = \frac{D^2}{8} \cdot (\pi + 2\alpha + 2 \sin \alpha \cos \alpha)$
α	$\alpha = \arcsin\left(\frac{y-R}{R}\right) = \arcsin\left(\frac{2y-D}{D}\right) = \arcsin\left(\frac{2y}{D} - 1\right)$
P	Perímetro mojado $(P = B + 2y)$; $P = D \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$
R_H	Radio hidráulico, variable con el calado $(R_H = S/P)$
y	Calado
J	Pendiente de la línea de energía. Dónde el régimen pueda considerarse uniforme, se tomará igual a la pendiente longitudinal del elemento.
K	Coeficiente de rugosidad (K=60 para hormigón) (Tabla 4.1)
U	Coeficiente de conversión que depende de las unidades en que se midan Q, S y R_H ($U = 1$ para Q (m^3/s), S (m^2) y R_H (m))

Una vez conocido el caudal que desagua nuestra cuenca, podemos sustituir en la ecuación anterior y hallar así la altura de calado, con la cual se realiza la siguiente comprobación.

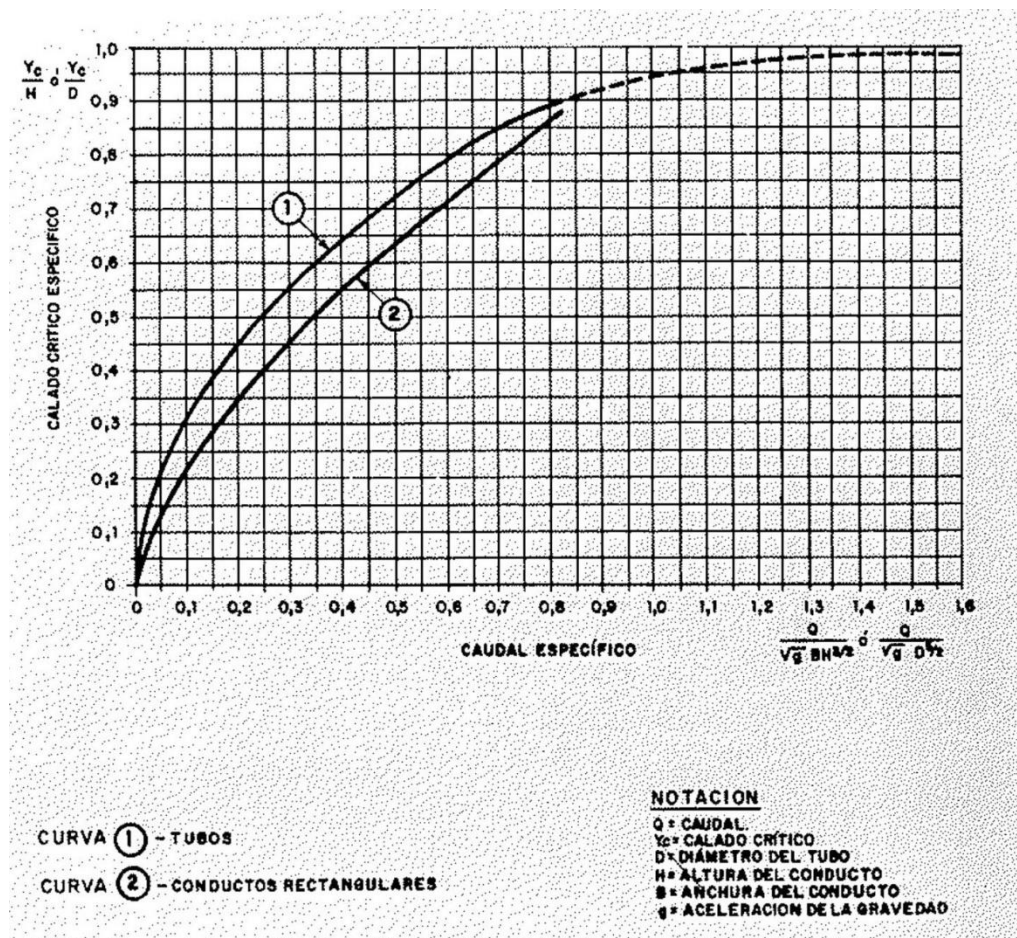
El porcentaje de utilización ha de ser menor del 75% para contar con un resguardo del 25% como prevención de posibles sedimentaciones y arrastres de materiales.

$$\frac{S}{A} < 0,75 \quad \text{siendo} \quad A = B \cdot H ; \quad A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Por último, conocidos el caudal a desaguar y el área mojada de la sección, se comprobará la velocidad de la corriente de agua que debe atravesar

Por último se deberá de analizar la sobreelevación del nivel del agua a la entrada de la obra, para lo cual se deberán realizar las siguientes comprobaciones:

- a) Todos los conductos y obras de fábrica y todas sus secciones, deben ser rectas y con pendientes constantes.
- b) La altura de agua a la salida (y) debe ser inferior a la altura del tubo o marco y al calado crítico del mismo (Y_C). Para ello emplearemos la siguiente figura donde en función del caudal específico obtendremos la relación $\frac{Y_C}{D}; \frac{Y_C}{H}$



- c) La tercera condición establece que la relación entre la longitud L y la pendiente J del conducto o marco ha de ser inferior a la indicada en las siguientes figuras:

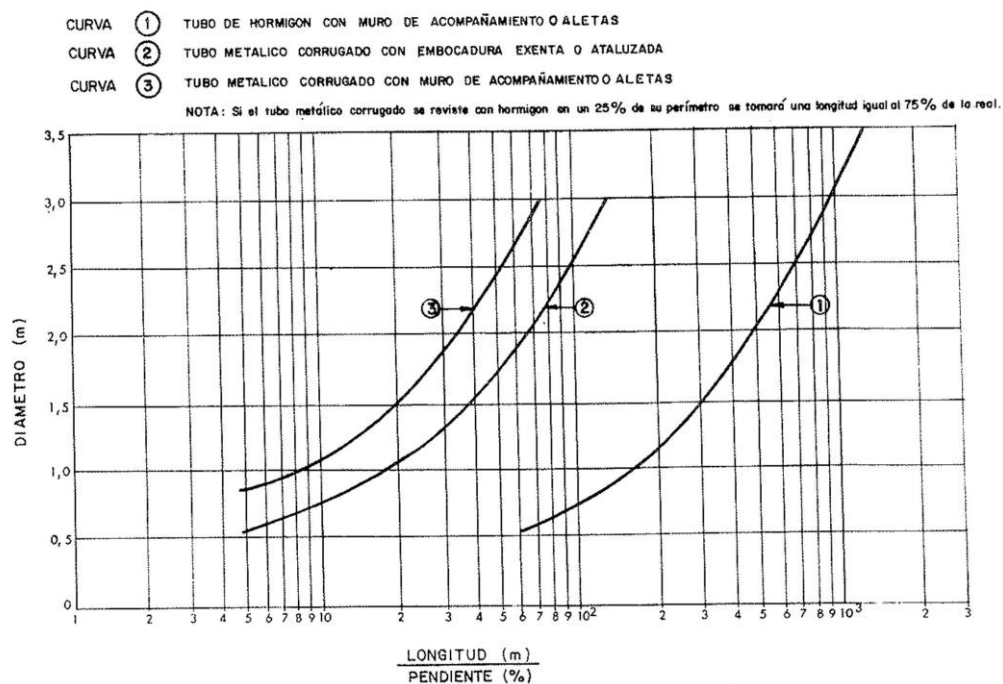


Fig. 5.12. LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA EN TUBOS

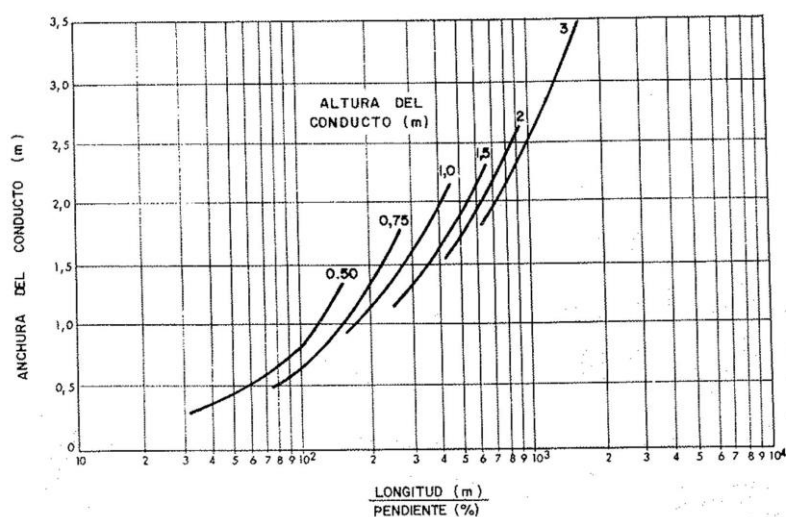


Fig. 5.13. LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA EN CONDUCTOS RECTANGULARES CON ALETAS A MENOS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

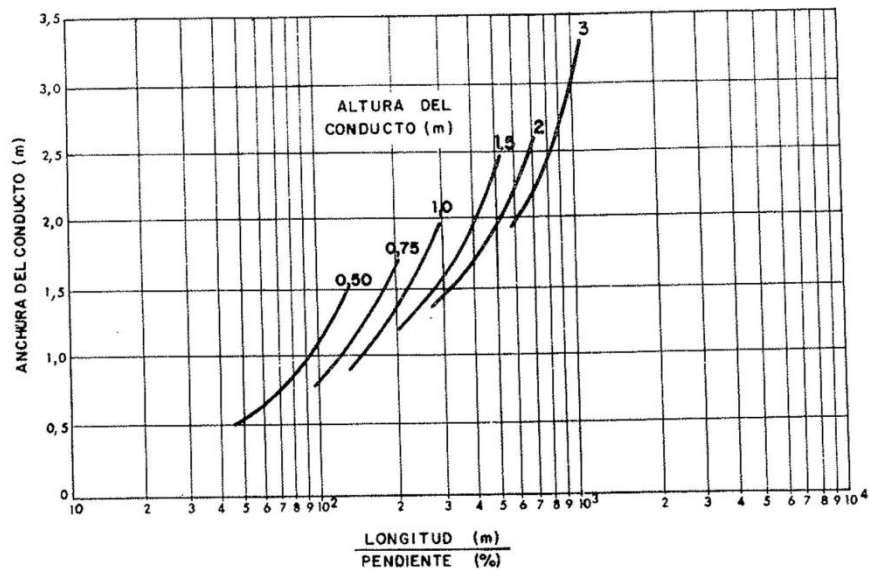


Fig. 5.14. LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA EN CONDUCTOS RECTANGULARES CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O CON ALETAS A MAS DE 30° EN EL EJE DEL CONDUCTO

- d) La cuarta y última condición exige que el nivel de agua a la entrada (calculado a partir de la figura 5.10) del conducto o marco no rebase el de la figura 5.15 que se indica a continuación.

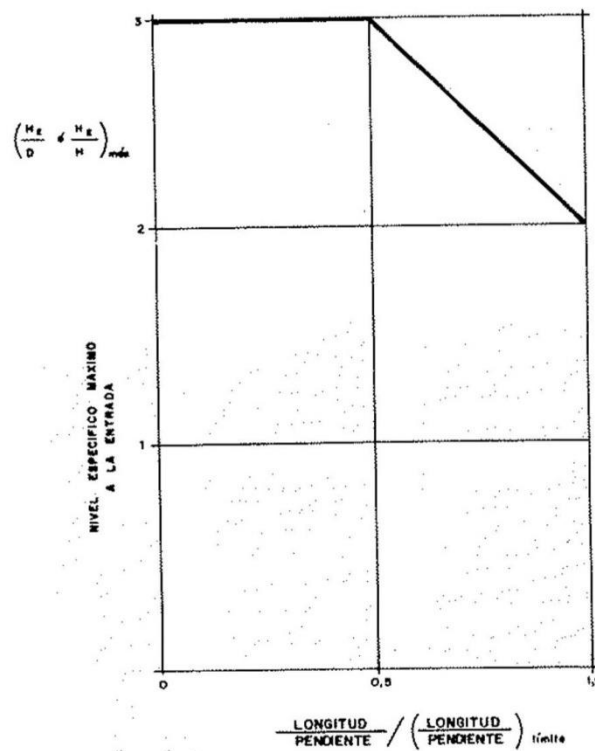
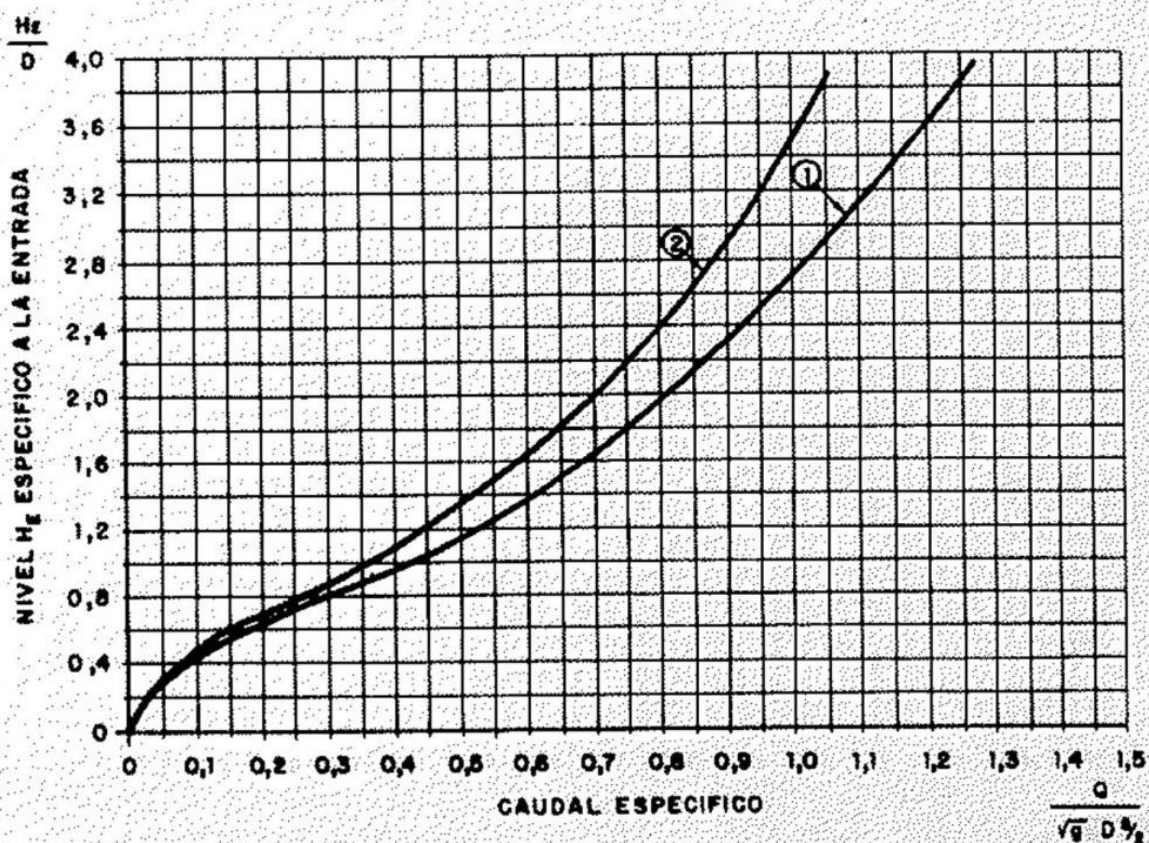


Fig. 5.15. NIVEL MAXIMO H_E A LA ENTRADA PARA CONTROL DE ENTRADA



EMBOCADURA

CURVA ① - CON ALETAS O MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

CURVA ② - EXENTA O ATALUZADA

NOTACION

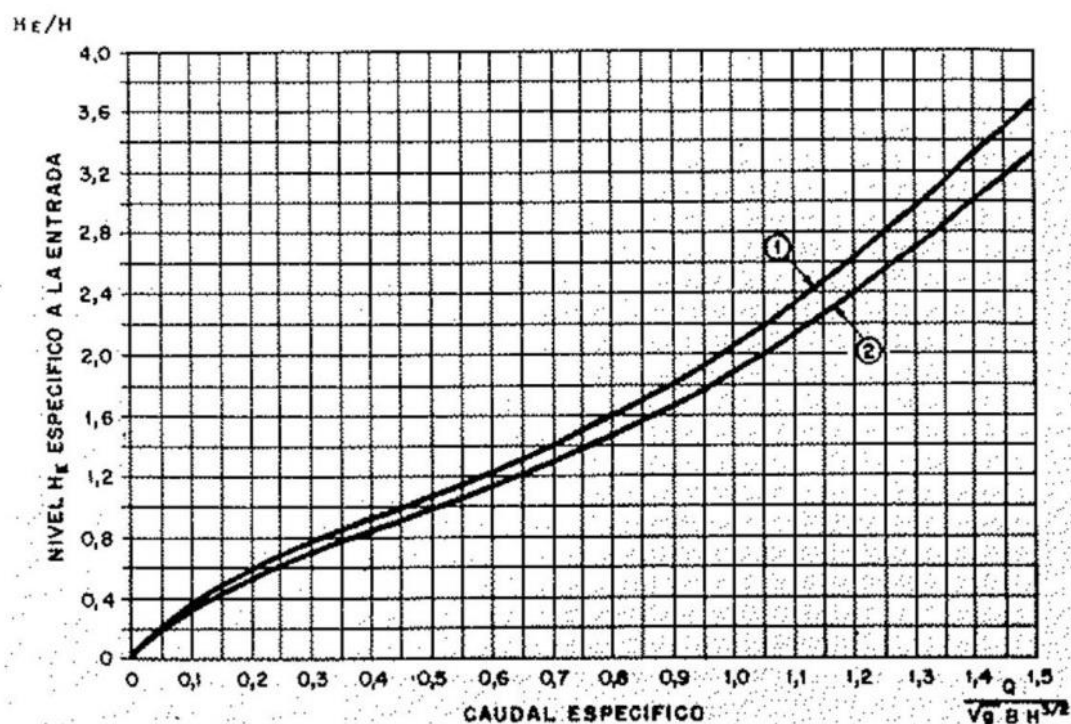
H_e = ALTURA DEL AGUA A LA ENTRADA (DESDE LA SOLERA).

D = DIAMETRO DEL TUBO

Q = CAUDAL DESAGUADO

g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD

Fig. 5.9. CONTROL DE ENTRADA DE TUBOS



EMBOCADURA

CURVA ① - CON ALETAS A MENOS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

CURVA ② - CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O CON ALETAS A MAS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

NOTACION

H_e = ALTURA DEL AGUA
 H = ALTURA DEL CONDUCTO
 B = ANCHURA DEL CONDUCTO
 Q = CAUDAL DESAGUADO
 g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD

} A LA ENTRADA (DESDE LA SOLERA)

Fig. 5.10. CONTROL DE ENTRADA EN CONDUCTOS RECTANGULARES

5.2.1.- Resumen de los datos obtenidos del cálculo hidráulico

A continuación se adjunta una tabla resumen de todos los datos referentes a las obras de drenaje transversales necesarias para los puntos de desagüe establecidos en el estudio de cuencas vertientes.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN PARA FLUJO UNIFORME				
IDENTIFICACIÓN DE LA SECCIÓN		Marco (P.k. 2+300)	ODT 1 (P.k. 0+835)	ODT 2 (P.k. 2+470)
Nombre sección		4xMARCO4000	CIRCULAR	CIRCULAR
Tamaño del conducto (B x H)	(m)	4,00x2,00 m	Ø 0,80 m	Ø 0,80 m
Longitud	(m)	9	9	9
DATOS DEL RAMAL				
Cuenca vertiente (Plano de cuencas)		Cuenca 1 (Rojo)	Cuenca 2 (Amarillo)	Cuenca 9 (Azul oscuro)
Pendiente del ramal	(%)	1,91	4,23	3,25
Coeficiente de rugosidad de Manning		0,060	0,060	0,060
PARA EL CAUDAL CIRCULANTE				
Caudal circulante	(m ³ /s)	10,000	0,918	0,906
Velocidad caudal circulante	(m/s)	4,669	3,653	3,605
Calado caudal circulante	(m)	0,5354	0,400	0,400
Grado llenado caudal circulante	(%)	26,77	50	50
CAUDAL CRITICO				
Caudal crítico	(m ³ /s)	20,500	2,197	1,311
Velocidad para caudal crítico	(m/s)	2,0295	2,004	2,698
Calado para el caudal crítico	(m)	0,8644	0,5818	0,5786
Grado llenado caudal crítico	(%)	43,22	91,12	88,39
SECCIÓN LLENA				
Caudal sección llena	(m ³ /s)	66,414	2,122	1,859
Velocidad para sección llena	(m/s)	8,302	1,826	1,826
Calado máximo	(m)	2,00	0,80	0,80

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN PARA FLUJO UNIFORME				
COMPROBACIONES		Marco (P.k. 2+300)	ODT 1 (P.k. 0+835)	ODT 2 (P.k. 2+470)
CALADO CRITICO		OK	OK	OK
Caudal específico Q_E	(m ³ /s)	0,2822	0,5120	0,5053
Yc/D o Yc/H		0,4322	0,7272	0,7232
Calado crítico (Yc)	(m)	0,8644	0,5818	0,5786
Calado (y)	(m)	0,5354	0,4000	0,4000
NIVEL A LA ENTRADA		OK	OK	OK
He/D o He/H		0,7644	1,1740	1,1606
Altura a la entrada He	(m)	1,5288	0,9392	0,9285
He/D (max)		3	3	3
He (max)	(m)	6	2,1	2,1
RELACIÓN LONGITUD PENDIENTE				
L/P (obra)		4,5	2	2,57
L/P (limite)		1000	500	500
(L/P) / (L/P limite)		0,0045	0,004	0,0051

5.3.- CALCULO MECÁNICO

5.3.1.- Introducción

Se ha realizado la comprobación mecánica de los tubos así como de las embocaduras y las aletas de los mismos. Para ello los tubos utilizados son en todo caso de diámetro no inferior a 700 mm de hormigón armado.

Las embocaduras y aletas se han seleccionado de acuerdo con lo expuesto en la Instrucción 5.2.- "Drenaje Superficial", siguiendo como principios básicos los siguientes:

- Embocaduras cuya altura debe ser como mínimo ($H_{emb} \geq 1,2H$)
- Aletas cuyo ángulo debe estar comprendido entre ($15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$)
- Tipo de terreno de cimentación C3: Suelos granulares de compacidad media a alta ($N > 30$)
- Talud de desmonte: 2/3
- Tipo de terraplén T1: Terraplenes y Pedraplenes granulares gruesos.
- Altura de muro 3 m.

Se ha comprobado la obra con condiciones más desfavorables, aplicándose la clase resistente al resto de las obras.

5.3.2.- Esquema de instalación

Se ha decidido instalar la tubería en una zanja terraplendada como se indica en la siguiente figura:

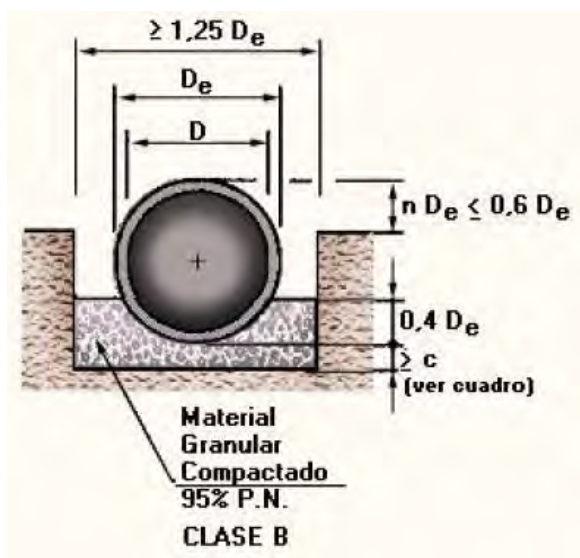


Figura 1. Esquema zanja terraplendada.

5.3.3.- Cálculo de las cargas actuantes

En primer lugar debemos diferenciar dos tipos de cargas actuantes para diseñar la clase resistente de nuestra tubería. Por lado tendremos las cargas resultantes del terreno extendido en terraplén encima de la tubería, y por otro lado las cargas actuantes del tráfico rodado que circulará por la carretera.

Para ello los datos de partida serán los siguientes:

- Diámetro interior: ($D = 800 \text{ mm}$)
- Espesor: ($E_s = 95 \text{ mm}$)
- Diámetro exterior: ($D_e = 990 \text{ mm}$)
- Ancho de la zanja: ($b = 1250 \text{ mm}$)
- Altura plano de clave: ($h'_r = 500 \text{ mm}$)
- Altura a plano rasante ($h_r = 3000 \text{ mm}$)
- Zona enterrada tubo ($a = 0,4 \cdot D_e = 500 \text{ mm}$)
- Cama de arena ($c = 100 \text{ mm}$)

La norma UNE-127916:2014 establece la siguiente ecuación para el cálculo de las cargas de relleno en terraplén:

$$q_{rt} = C_t \cdot \gamma_r \cdot h_r \cdot D_e$$

donde:

- C_t Coeficiente de Marston para terraplén
- γ_r Peso específico del material del terreno natural (Tabla 4.5.3.1 de la norma)
- h_r Altura desde el plano de clave a la rasante de la carretera
- D_e Diámetro exterior del tubo

Como terreno de base dónde excavar la zanja tomaremos un suelo arenoso – arcilloso cuyos parámetros son: ($\gamma_r = 19,2 \text{ kN/m}^3$; $\lambda\mu = 0,150$)

El coeficiente de Marston se deberá calcular en función de (h_r) y el plano de igual asentamiento (h_0) con las siguientes expresiones:

Para $h_r \leq h_0$

$$C_t = \frac{e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu\frac{h_r}{D_e}}$$

Para $h_r \geq h_0$

$$C_t = \frac{e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}} - 1}{2\lambda\mu\frac{h_r}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} \cdot e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}}$$

donde:

η Razón de proyección positiva

$$\eta = \frac{h'_r}{D_e}$$

δ Razón de asentamiento

- Base rígida (roca o suelo muy compacto): ($\delta = 1,0$)
- Base de suelo natural ordinario: ($\delta = 0,5$)
- Base muy asentable: ($\delta = 0,3$)

h_0 Cota plano de igual asentamiento

$$e^{2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e}} - 2\lambda\mu\frac{h_0}{D_e} = (2\lambda \cdot \mu \cdot \eta \cdot \delta) + 1$$

D_e Diámetro exterior

h_r Altura desde plano de clave a rasante de la carretera

Anejo 5.- Drenaje

16

Figura 2. Cuadro resumen cálculo de cargas por tráfico en carretera.

A continuación se adjunta una tabla resumen, con los datos referentes a nuestro tubo en particular:

	Carga relleno		Carga móvil
h_r (m)	3,0	L_e (m)	1,9395
h_0 (m)	1,2064	t (m)	1,3
C_t	1,3472	C_i	1,2
q_{rt} (kN/m ²)	76,82	q_m (kN/m ²)	30,626
q_{TOT} (kN/m²)		107,449	

5.3.4.- Factor de apoyo

A continuación, siguiendo lo establecido en la Norma UNE-127916:2014, se recomienda a efectos de cálculo utilizar el valor de factor de apoyo dado por la siguiente expresión:

$$F_{ap} = \frac{a}{n - v \cdot \theta}$$

donde:

- a constante que depende de la forma de la directriz del tubo.
- n parámetro según la clase de apoyo. Tabla 4.5.6.2.a
- v parámetro que depende del área sobre la que se aplica la carga horizontal, por tanto de la razón de proyección (η). Tabla 4.5.6.2.b
- θ razón de la carga horizontal a la vertical

$$\theta = \frac{\lambda \mu \cdot \eta}{C_t} \cdot \left(1 + \frac{\eta}{2} \cdot \frac{D_e}{h_r} \right)$$

A consitnuación se adjunta una tabla con los datos referentes a nuestro tubo en particular:

a (tubo circular)	1,431
v ($\eta = 0,505$)	0,594
n (clase B)	0,707
θ	0,08434
$F_{ap} = 2,178$	

5.3.5.- Clase resistente exigible al tubo

Para determinar la clase resistente exigible al tubo se deberá determinar la carga de cálculo siguiendo los criterios de rotura y fisuración que se recogen en la siguiente expresión:

$$Carga\ de\ Cálculo\ (kN/m^2) = \frac{q_{total} \cdot \gamma_{seg}}{F_{ap} \cdot D}$$

donde:

q_{total}	Suma de todas las cargas actuantes sobre el tubo.
γ_{seg}	Coefficiente de seguridad que se tomará igual a 1,5 a rotura y a 1,0 a fisuración
F_{ap}	Factor de apoyo
D	diámetro interior del tubo en m.

La clase exigible al tubo será la que soporta una carga mayor o igual a la obtenida en las obtenidas en las expresiones anteriores. La norma UNE-127916:2014 define las siguientes clases resistentes:

Tabla 4B
Cargas mínimas de ensayo para tubos de hormigón armado y con fibra de acero
Clasificación Tipo E

Dimensiones nominales	Cargas de fisuración (Ff) y rotura (Fn) mínimas de ensayo kN/m							
	Clase 60 Ff = 40 kN/m ² Fn = 60 kN/m ²		Clase 90 Ff = 60 kN/m ² Fn = 90 kN/m ²		Clase 135 Ff = 90 kN/m ² Fn = 135 kN/m ²		Clase 180 Ff = 120 kN/m ² Fn = 180 kN/m ²	
	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura	Fisuración	Rotura
300	—	—	18	27	27	40,5	36	54
400	—	—	24	36	36	54	48	72
500	—	—	30	45	45	67,5	60	90
600	—	—	36	54	54	81	72	108
700*	—	—	42	63	63	94,5	84	126
800	—	—	48	72	72	108	96	144
900*	36	54	54	81	81	121,5	108	162
1 000	40	60	60	90	90	135	120	180
1 100*	44	66	66	99	99	148,5	132	198
1 200	48	72	72	108	108	162	144	216
1 300*	52	78	78	117	117	175,5	156	234
1 400	56	84	84	126	126	189	168	252
1 500	60	90	90	135	135	202,5	180	270
1 600	64	96	96	144	144	216	192	288
1 800	72	108	108	162	162	243	216**	324**
2 000	80	120	120	180	180	270	**	**
2 500	100	150	150	225	**	**	**	**
3 000	120	180	180	270	**	**	**	**

* Diámetros no habituales. ** Clases resistentes para diseños especiales.

Por último se adjuntan los datos referentes a nuestro tubo en particular:

$$\text{Carga de Cálculo a rotura (kN/m}^2\text{)} = \frac{107,449 \cdot 1,5}{2,178 \cdot 0,8} = 92,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Cálculo a fisuración (kN/m}^2\text{)} = \frac{107,449 \cdot 1,0}{2,178 \cdot 0,8} = 61,667 \text{ kN/m}^2$$

Por tanto la clase resistente aplicable a todas las obras de drenaje transversal con tubo del presente Proyecto será **Clase Resistente UNE C-135**.

5.4.- DRENAJE LONGITUDINAL

5.4.1.- Introducción

El objeto de este estudio es el desarrollo y definición del conjunto de dispositivos hidráulicos que se proyectan para evacuar las aguas de lluvias de la plataforma y márgenes de la misma así como servir de barrera para evitar el paso de la procedente de las laderas anexas.

5.4.2.- Dimensionamiento y comprobación de los elementos

La red de drenaje, así como sus elementos singulares, han sido diseñados según las directrices de la Instrucción 5.2 IC-“Drenaje Superficial”.

Para el dimensionamiento y comprobación de las secciones de elementos donde la pérdida de energía sea debida al rozamiento con las paredes rugosas en régimen turbulento se utilizará la fórmula de Manning – Strickler:

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} \cdot R_H^{2/3} \cdot S_{max}}{n} \geq Q_p$$

donde:

Q_{CH}	Capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal. (m^3/s)
J	Pendiente geométrica del elemento lineal
S_{max}	Área de la sección transversal del conducto. (m^2)
R_H	Radio hidráulico .(m) ; ($R_H = S/p$)
S	Área de la sección transversal ocupada por la corriente. (m^2)
P	Perímetro mojado. (m)
Q_p	Caudal de proyecto del elemento de drenaje. (m^3/s)
n	Coefficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal. Salvo justificación en contrario, se deben tomar los valores de la siguiente tabla:

TABLA 3.1.- COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n ($\text{sm}^{-1/3}$) A UTILIZAR EN LA FÓRMULA DE MANNING-STRICKLER PARA CONDUCTOS Y CUNETAS

MATERIAL		n ($\text{sm}^{-1/3}$)
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros enchachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
	Pavimento con mezclas bituminosas	0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Nota: Los valores inferiores de cada uno de los rangos resultan de aplicación a conductos recién instalados, rectos, sin arquetas ni piezas especiales intermedias, limpios y en buen estado de conservación. El envejecimiento de los conductos se suele traducir en un incremento del valor del número n de Manning que no suele superar el límite superior de esta tabla.

Por último se deberá comprobar que la velocidad media del agua para el caudal de proyecto, sea menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

$$V_p = \frac{Q_p}{S_p} \leq V_{max}$$

TABLA 3.2.- VELOCIDAD MÁXIMA DEL AGUA V_{Max} (m/s)

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

5.4.3.- Cunetas laterales

Las cunetas laterales acondicionadas en el presente Proyecto tienen las siguientes características:

Tipología: Cunetas sin revestir (para pendientes del terreno entre el 1 y 4%), en caso contrario estarán revestidas de hormigón proyectado.

Dimensiones: Talud 1H:1V, profundidad 0,50 m, ancho 1m.

El agua que discurre por esta cuneta está en función de la escorrentía superficial de las laderas que intercepta la carretera.

El dimensionamiento y comprobación de las secciones de elementos donde la pérdida de energía debida al rozamiento con las paredes rugosas en régimen turbulento se ha utilizado la fórmula de Manning – Strickler , anteriormente descrita, con las siguientes características de sección:

- Talud de las paredes: 1H:1V
- Fondo: 0 m
- Coeficiente de rugosidad de Manning: ($n = 0,025$) ; ($n = 0,022$)
- Pendiente: Solidaria con la rasante de la vía.

Los valores de Manning asignados se corresponden a cunetas en tierra sin revestir ($n=0,025$) y a cunetas revestidas con hormigón proyectado ($n=0,022$). Las cunetas se deben revestir cuando la pendiente es inferior al 1% o superior al 4%.

A continuación se adjunta una tabla resumen con los cálculos realizados para nuestro proyecto.

TABLA RESUMEN CÁLCULOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Cuenca	3	Caudal de proyecto(Q_p)	0.028 m³/s
P.k. inicial	0+000	J	0.02515
P.k. final	0+835	P (m)	0.9980
Cota inicial (m)	397	S (m ²)	0.0623
Cota final (m)	376	R_H (m)	0.0624
Desnivel (m)	21	n (s/m ^{1/3})	0.022
H_p (m)	0.2495	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0.113 m³/s
H_{CH} (m)	0.5		
V (m/s)	0,112	V_{max} (m/s)	4.5

TABLA RESUMEN CÁLCULOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Cuenca	4	Caudal de proyecto(Q_p)	0.009 m³/s	Cuenca	5	Caudal de proyecto(Q_p)	0.046 m³/s
P.k. inicial	0+000	J	0.02515	P.k. inicial	0+970	J	0.0222
P.k. final	0+835	P (m)	0.9980	P.k. final	0+835	P (m)	1.2304
Cota inicial (m)	397	S (m ²)	0.0623	Cota inicial (m)	379	S (m ²)	0.0946
Cota final (m)	376	R_H (m)	0.0624	Cota final (m)	376	R_H (m)	0.0769
Desnivel (m)	21	n (s/m ^{1/3})	0.022	Desnivel (m)	3	n (s/m ^{1/3})	0.022
H_p (m)	0.2495	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0.113 m³/s	H_p (m)	0.3076	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0.122 m³/s
H_{CH} (m)	0.5			H_{CH} (m)	0.5		
V (m/s)	0.112	V_{max} (m/s)	4,5	V (m/s)	0.184	V_{max} (m/s)	4,5
Cuenca	6	Caudal de proyecto(Q_p)	0.024 m³/s	Cuenca	7	Caudal de proyecto(Q_p)	0.342
P.k. inicial	0+970	J	0.0313	P.k. inicial	0+970	J	0,0313
P.k. final	2+310	P (m)	0.9484	P.k. final	2+310	P (m)	2,4476
Cota inicial (m)	379	S (m ²)	0.0562	Cota inicial (m)	379	S (m ²)	0,3744
Cota final (m)	337	R_H (m)	0.0593	Cota final (m)	337	R_H (m)	0,1530
Desnivel (m)	42	n (s/m ^{1/3})	0.025	Desnivel (m)	29	n (s/m ^{1/3})	0,022
H_p (m)	0.2371	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0.122	H_p (m)	0,6119	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,386 m³/s
H_{CH} (m)	0.5			H_{CH} (m)	0,65		
V (m/s)	0.184	V_{max} (m/s)	0.2	V (m/s)	0,809	V_{max} (m/s)	4,5

TABLA RESUMEN CÁLCULOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Cuenca	8	Caudal de proyecto(Q_p)	0,149 m³/s	Cuenca	10	Caudal de proyecto(Q_p)	0.001 m³/s
P.k. inicial	3+070	J	0,0487	P.k. inicial	3+680	J	0,0492
P.k. final	2+475	P (m)	1,65	P.k. final	3+070	P (m)	0,26
Cota inicial (m)	378	S (m ²)	0,1702	Cota inicial (m)	408	S (m ²)	0,0042
Cota final (m)	349	R_H (m)	0,1031	Cota final (m)	378	R_H (m)	0,0163
Desnivel (m)	29	n (s/m ^{1/3})	0,022	Desnivel (m)	30	n (s/m ^{1/3})	0,022
H_p (m)	0,4125	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,219 m³/s	H_p (m)	0,065	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,064 m³/s
H_{CH} (m)	0,5			H_{CH} (m)	0,5		
V (m/s)	0,596	V_{max} (m/s)	4,5	V (m/s)	0,004	V_{max} (m/s)	4,5
Cuenca	11	Caudal de proyecto(Q_p)	0,087 m³/s	Cuenca	12	Caudal de proyecto(Q_p)	0,001 m³/s
P.k. inicial	4+260	J	0,0156	P.k. inicial	4+260	J	0,0225
P.k. final	3+680	P (m)	1,6716	P.k. final	5+147,44	P (m)	0,3080
Cota inicial (m)	417	S (m ²)	0,1746	Cota inicial (m)	417	S (m ²)	0,0059
Cota final (m)	408	R_H (m)	0,1045	Cota final (m)	397	R_H (m)	0,0192
Desnivel (m)	9	n (s/m ^{1/3})	0,022	Desnivel (m)	20	n (s/m ^{1/3})	0,025
H_p (m)	0,4179	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,125 m³/s	H_p (m)	0,077	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,043 m³/s
H_{CH} (m)	0,5			H_{CH} (m)	0,5		
V (m/s)	0,348	V_{max} (m/s)	4,5	V (m/s)	0,004	V_{max} (m/s)	0,2

En función de los cálculos realizados, se ha decidido adoptar una profundidad de cuneta constante para todo el recorrido de 0,5 metros, a excepción del tramo comprendido entre los p.k. 0+970 al p.k. 2+310 dónde se aumentará a 0,65 metros en el lado izquierdo.

Por último se adjunta una última tabla a modo de visualización de los datos anteriormente descritos:

Cuenca	3	Caudal de proyecto(Q_p)	0,028 m ³ /s	Cuenca	4	Caudal de proyecto(Q_p)	0,009 m ³ /s
H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,112 m ³ /s	H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,077 m ³ /s
% sección ocupada		24,90 %		% sección ocupada		11,69 %	
Cuenca	5	Caudal de proyecto(Q_p)	0,046 m ³ /s	Cuenca	6	Caudal de proyecto(Q_p)	0,024 m ³ /s
H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,122 m ³ /s	H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,107 m ³ /s
% sección ocupada		37,85 %		% sección ocupada		22,49 %	
Cuenca	7	Caudal de proyecto(Q_p)	0,342 m ³ /s	Cuenca	8	Caudal de proyecto(Q_p)	0,149 m ³ /s
H_p (m)	0,65	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,386 m ³ /s	H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,219 m ³ /s
% sección ocupada		88,62 %		% sección ocupada		68,06 %	
Cuenca	10	Caudal de proyecto(Q_p)	0,001 m ³ /s	Cuenca	11	Caudal de proyecto(Q_p)	0,087 m ³ /s
H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,064 m ³ /s	H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,125 m ³ /s
% sección ocupada		1,69 %		% sección ocupada		69,86 %	
Cuenca	12	Caudal de proyecto(Q_p)	0,001 m ³ /s				
H_p (m)	0,5	Capacidad hidráulica (Q_{CH})	0,043 m ³ /s				
% sección ocupada		2,37 %					

5.4.4.- Colectores

Un colector es un elemento lineal, generalmente subterráneo, consistente en un conducto o tubería para conducción de caudales, con funcionamiento hidráulico por gravedad en lámina libre.

Generalmente está formado por tuberías prefabricadas, que pueden ser de hormigón, metálicas, material polimérico o combinación de estos materiales, unidas por juntas o piezas especiales.

Los colectores se componen de tramos de tubería situados entre arquetas o pozos. El punto final de un colector puede ser:

- Una embocadura de salida, a definir según lo establecido en el capítulo 4 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial"
- Una conexión con un elemento de recogida o tratamiento de vertidos.
- Excepcionalmente una conexión con una red urbana de saneamiento o de drenaje de pluviales.

En el caso de existir la posibilidad de desaguar a una obra de drenaje transversal, esta será la predilecta. En caso de no ser posible se dispondrá una obra transversal de drenaje longitudinal o bien un colector que desagüe a su vez en una de las dos anteriores.

La pendiente del colector deberá ser con una pendiente del 0,5 %, con arquetas visitables cada 30m y con una salida al exterior mediante boquilla más dos aletas.

En nuestro caso de proyecto en particular no será necesaria la disposición de este tipo de estructuras, puesto que todas las cunetas están diseñadas para desembocar en una obra de drenaje transversal.

5.4.5.- Cuneta en pie de terraplén

El criterio general será disponer en el pie de terraplén una cuneta revestida que recoja la escorrentía que pueda recibir de los terrenos aledaños vertientes hacia el talud.

La definición de la cuneta de pie de terraplén debe efectuarse atendiendo a criterios hidráulicos y geotécnicos, debiendo considerarse su incidencia en la estabilidad del talud

Se han diseñado cunetas de hormigón proyectado de 1 m de ancho y 0,33 m de profundidad, correspondiente a taludes 3H:2V.

5.4.6.- Bordillos y bajantes

En las márgenes en relleno se deben disponer elementos de drenaje que permitan recoger la escorrentía de la plataforma y conducirla evitando su circulación por los espaldones.

La disposición de elementos de drenaje en el borde de la plataforma debe resultar acorde con lo especificado en la normativa sobre trazado, seguridad vial y sistemas de contención de vehículos.

El drenaje de las márgenes de relleno, comprende la disposición de:

- Caz de coronación.
- Bajantes.
- Cunetas de pie de relleno.

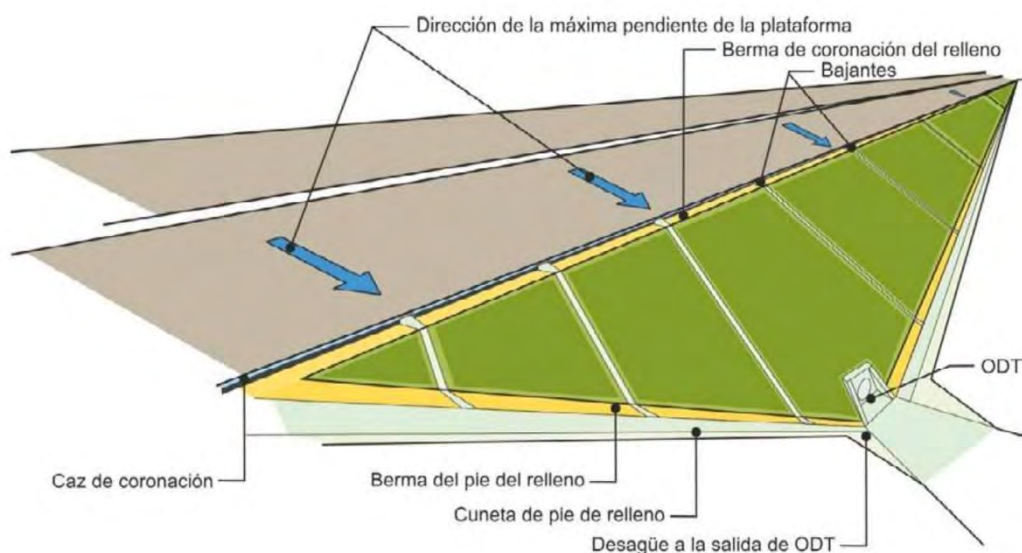


Figura 2. Elementos de drenaje en terraplén.

El criterio general será disponer un caz de coronación limitado por un bordillo. El bordillo debe colocarse lo más alejado que resulte posible del borde de la capa de rodadura, teniendo en cuenta que el fondo del caz debe estar revestido o pavimentado.

En las transiciones de peralte, el caz de coronación debe prolongarse por la zona en que teóricamente deja de ser necesario por anularse o haber cambiado de signo, un mínimo de veinte metros (20 m).

La siguiente figura, se muestra en detalle los elementos de drenaje anteriormente mencionados para una sección en terraplén:

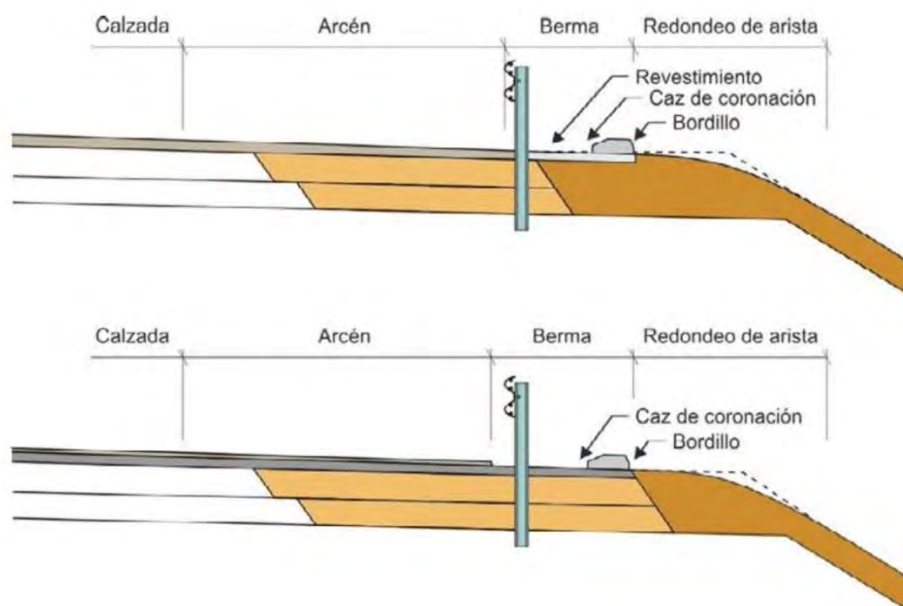


Figura 3. Detalle elementos de drenaje de coronación de terraplenes.

Por otra parte, un bajante es un elemento lineal, superficial, ubicado en las márgenes (taludes de desmonte o espaldones de rellenos), para conducción de caudales generalmente por líneas de máxima pendiente, en régimen rápido o con resaltos y cambios de régimen.

Consiste en un canal revestido que se alimenta en cabeza a través de un elemento puntual, desde cunetas, caces o directamente desde superficies vertientes, y que conduce estos caudales a niveles situados a cotas inferiores, donde puede ser preciso disponer un elemento amortiguador o dissipador de energía. En la siguiente figura se muestra un esquema tipo de bajante:

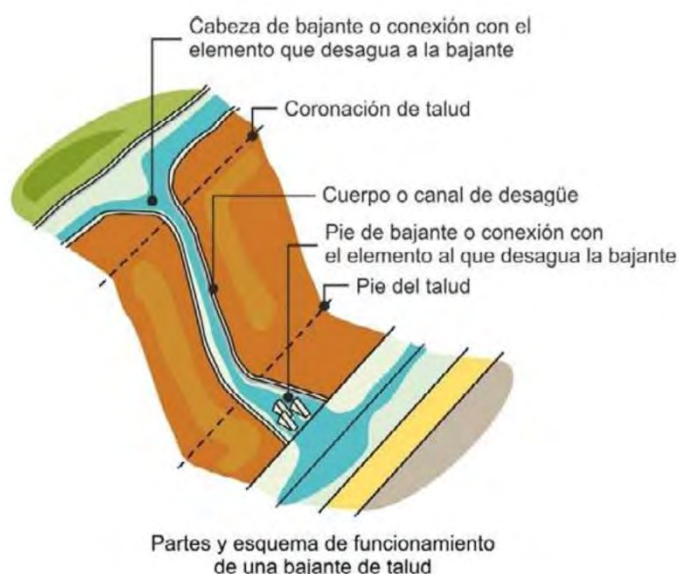


Figura 4. Esquema de funcionamiento de una bajante de talud.

A continuación se muestran algunos detalles de dicho esquema de funcionamiento:

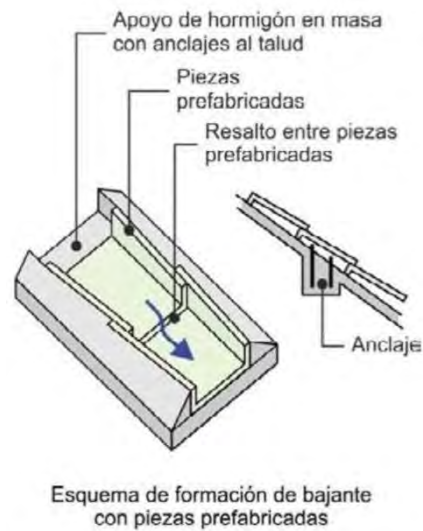


Figura 5. Esquema de formación de bajante.

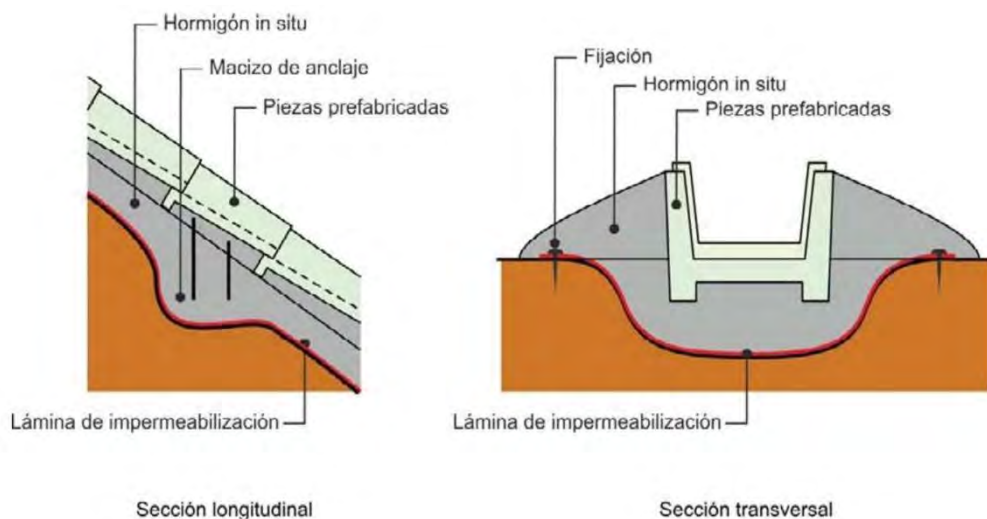


Figura 6. Esquema de bajante con lámina de impermeabilización.

Por último el criterio general para el pie de relleno, será disponer una cuneta revestida que recoja la escorrentía proveniente de:

- Las bajantes que desaguan el caz de coronación.
- Colectores transversales.
- El espaldón del relleno.
- Los terrenos aledaños vertientes hacia ella.

- La de otras cunetas a las que dé continuidad.

Se puede justificar no disponer esta cuneta cuando se presente alguno de los siguientes casos:

- Tamaño muy reducido de la cuenca vertiente o escasa generación de escorrentía.
- Dimensiones reducidas del relleno y características litológicas del terreno natural favorables.

En ningún caso puede suprimirse la cuneta de pie cuando se hayan empleado materiales marginales para la ejecución del relleno, o este tipo de materiales se encuentren en el terreno natural.

Por lo expuesto anteriormente, en nuestro caso en particular, se proyectarán cunetas de pie de terraplén de iguales dimensiones a las establecidas en los cálculos de drenaje longitudinal resumidos anteriormente.

5.5.- DRENAJE SUBTERRÁNEO

5.5.1.- Introducción

El diseño del sistema de drenaje subterráneo se realizará conforme a la Orden Circular 17/03: "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera".

Dado que se emplean cunetas de tipo profundo, y que no existen condicionantes hidrogeológicos que lo requieran, no ha sido necesario el diseño de elementos específicos para realizar el drenaje subterráneo.

ANEJO 6.- FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO 6.- FIRMES Y PAVIMENTOS

6.1.- INTRODUCCIÓN

6.2.- DEFINICION DE LAS ACTUACIONES

6.3.- CATEGORÍA DE TRÁFICO

6.4.- CATEGORÍA DE EXPLANADA

6.5.- DEFINICION DE LAS SECCIONES DE FIRME

6.5.1.- Refuerzo de firmes

6.5.2.- Acondicionamiento de la carretera

6.5.2.1.- Tronco de la carretera

6.5.2.2.- Vías de servicio

6.5.2.3.- Firme en estructuras

6.5.2.4.- Caminos de servicio

APÉNDICE 1.- FIGURAS DE LA NORMATIVA

APÉNDICE 2.- INFORME DE ICAFIR

ANEJO 6.- FIRMES Y PAVIMENTOS

6.1.- INTRODUCCIÓN

Los firmes y pavimentos previstos para la ejecución y el refuerzo de firme han sido proyectados de acuerdo con las Normas 6.1-IC, “Secciones de firmes” y 6.3-IC, “Rehabilitación de firmes”.

Para la definición de los firmes y pavimentos se ha tenido en cuenta las “Recomendaciones sobre mezclas bituminosas en Caliente” (O.C. nº 299/89 T) y el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes” (Pg.3/75) junto con su modificación (PG-4 O.C. 8/2001).

6.2.- DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES

Se definen dos tipos de actuaciones:

- Actuaciones preventivas en zonas donde es posible el aprovechamiento de la calzada existente, mediante el refuerzo del firme:
 - Rehabilitación completa del firme en las zonas en las que las deflexiones alcanzan valores elevados, aún sin producirse agotamiento de la sección.
 - Renovación superficial en el resto de los tramos donde se aprovecha la plataforma actual.
- Acondicionamiento de la carretera existente con la ejecución de firme y explanadas completos en tramos de nueva construcción.

6.3.- CATEGORÍA DE TRÁFICO

La categoría de tráfico pesado obtenida en el Anejo 7.- Estudio de Tráfico es de T41. Dicha categoría de tráfico se empleará tanto para el tronco de la carretera como para los ramales de los enlaces proyectados.

Las vías de servicio proyectadas soportan también un tráfico notablemente inferior al del tronco de la carretera, adoptando una categoría de tráfico inferior en un grado al registrado en el mismo, esto es T42, según se especifica en la norma 6.1-IC, “Secciones de firme”.

6.4.- CATEGORÍA DE EXPLANADA

Dadas las características geotécnicas y geológicas de la zona se ha determinado una explanada para las obras proyectadas de categoría E2, que se conseguirá:

- Zonas de suelo tolerable: se emplearán 50 cm de suelos seleccionados, concretamente 25 cm de S-EST2 y 25 cm de S-EST1.
- Zonas de suelo marginal: se emplearán 80 cm de suelos estabilizados, concretamente 30 cm de S-EST2 y 50 cm de S-EST1.

Este tipo de materiales se emplearán tanto en fondos de desmonte como en coronación de terraplenes. (Según lo establecido en la Figura 1 de la Instrucción 6.1-IC "Secciones de firmes").

En los caminos de servicio, sobre el fondo de excavación y en la coronación de terraplenes, se colocará una capa de suelo adecuado de 30 cm de espesor.

6.5.- DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME

6.5.1.- Refuerzo de firmes

Se deduce que no hay ninguna zona de la carretera objeto del proyecto en el que se haya producido o esté próximo a producirse el agotamiento estructural, si bien tan solo será necesario la rehabilitación del firme en las zonas próximas a las intersecciones debido que para el resto del trazado se procederá a la demolición del paquete de firmes existente.

Esta rehabilitación del firme consistirá en la demolición, hasta 80 cm por debajo de la explanada, y sustituyendo todo el material extraído por suelocemento (SC-20) sobre la que se extenderán 14 cm de mezcla bituminosa en caliente en tres capas:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente BBTM 11B B B50/70 de 2 cm de espesor.
- Capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin B50/70 S (S-20) de 5 cm de espesor.
- Capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base B50/70 S (S-25) de 7 cm de espesor.

Los firmes y pavimentos previstos para el refuerzo de firme del tramo de carretera objeto del presente Proyecto han sido proyectados de acuerdo con la Norma 6.3-IC, "Rehabilitación de firmes".

6.5.2.- Acondicionamiento de la carretera

6.5.2.1.- Tronco de la carretera

La sección de firme proyectada para la calzada corresponde a la n° 4122 de las indicadas en la Figura 2.2 de la Instrucción 6.1-IC “Secciones de firmes”, que contiene las siguientes capas en orden descendente:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente M-10 (BBTM 11B) de 2 cm de espesor.
- Capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin B50/70 S (S-20) de 5 cm de espesor.
- Capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base B50/70 S (S-25) de 7 cm de espesor.
- Base de suelocementeo SC-20 de 25 cm de espesor.

El pavimento del arcén se constituirá con las mismas capas que el firme de la calzada. Debajo del pavimento del arcén se dispondrá suelo cemento hasta alcanzar la explanada.

Sobre el suelo cemento y antes de colocar las capas bituminosas se efectuará un riego de imprimación con emulsión catiónica tipo ECI con una dotación estimada de 1,20 Kg/m².

Entre capas bituminosas se colocará un riego de adherencia con emulsión catiónica de rotura rápida tipo ECR-1 con una dosificación estimada de 0,60 Kg/m². El betún a utilizar será del tipo B 50/70.

La relación ponderal filler/betún para las mezclas será de 1,3 en capa de rodadura, 1,2 en la intermedia y 1,1 en la capa base.

6.5.2.2.- Vías de servicio

La sección de firme de calzada proyectada para las vías de servicio proyectada es la n° 4221 de las incluidas en la Orden Fom/3460/200, de 28 de Noviembre, que contiene las siguientes capas en orden descendente:

- Capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 surf B50/70 de 3 cm de espesor.

- Base bituminosa con mezcla bituminosa en caliente tipo G-25 de 3 cm de espesor.
- Capa de suelo-cemento de 25 cm de espesor.

Sobre el suelocemento y antes de colocar las capas bituminosas se efectuará un riego de imprimación con emulsión catiónica tipo ECI con una dotación estimada de 1,20 Kg/m².

Entre capas bituminosas se colocará un riego de adherencia con emulsión catiónica de rotura rápida tipo ECR-1 con una dosificación estimada de 0,60 Kg/m².

El betún a utilizar será del tipo B50/70 para las capas AC-22 y AC-32.

Las dotaciones de betún previstas son 48 Kg/t para la mezcla AC-22 y 43 Kg/t para la mezcla AC-32.

La relación ponderal filler/betún para las mezclas será de 1,3 en capa de rodadura y 1,1 en la capa base.

6.5.2.3.- Firme en estructuras

Se dispondrá un pavimento constituido sólo por la capa de rodadura de 6 cm de mezcla bituminosa AC-22 surf B50/70 S (S-20) sobre la losa de la estructura.

6.5.2.4.- Caminos de servicio

Se dispondrá un pavimento constituido por un Doble Tratamiento Superficial con las siguientes dotaciones:

- Primera aplicación: 12 l/m² de árido con granulometría uniforme normal tipo A 20/10 y 2,1 Kg/m² de emulsión tipo ECR-2.
- Segunda aplicación: 8 l/m² de árido con granulometría uniforme normal tipo A 10/5 y 1,1 Kg/m² de emulsión tipo ECR-2.

La base estará constituida por una capa de suelocemento de 30 cm de espesor.

APÉNDICE 1.- FIGURAS DE LA NORMATIVA

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 ZA 40 3112 MB 15 SC 30 3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 ZA 40 3212 MB 12 SC 30 3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 40 4112 MB 8 SC 30 4114 HF 20 ZA 20	4211 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 35 4212 MB 5 SC 25 4214 HF 18 ZA 20
	E2	3121 MB 16 ZA 40 3122 MB 12 SC 30 3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 ZA 35 3222 MB 10 SC 30 3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 30 4122 MB 8 SC 25 4124 HF 20	4221 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 25 4222 MB 5 SC 22 4224 HF 18
	E3	3131 MB 16 ZA 25 3132 MB 12 SC 22 3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20 3232 MB 10 SC 22 3234 HF 21	4131 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 20 4132 MB 8 SC 20 4134 HF 20	4231 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 20 4232 MB 5 SC 20 4234 HF 18

Espesores mínimos en cm

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme SC Suelocemento ZA Zahorra artificial

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión 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 espaciamientos de 3 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/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

FIGURA 2.2. CATÁLOGO 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

APÉNDICE 2.

INFORME DE ICAFIR

Proyecto:	TRABAJO FIN DE GRADO
Referencia:	
Autor:	RUBEN JIMENEZ MARTINEZ
Fecha:	miércoles, 06 de abril de 2016
Itinerario:	

Tramo 0 PK 0+00 al PK 2+44

Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽³⁾

Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (2)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = 2.42$$

(2) Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

(3) Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: $707.127 > 291.659$

Subtramo 0 PK 0+00 al PK 2+44

Sección de Cimiento de Firme ⁽¹⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Desmonte	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Tolerable - CBR 4 Terreno natural subyacente	Indefinido

(1) La sección[Tramo 0 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es valida. Deflexión 131,79 mm/100, módulo de compresibilidad 109,31 MPa

Tramo 1 PK 2+44 al PK 3+08

Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽⁶⁾

Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (5)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = \mathbf{2.42}$$

⁽⁵⁾ Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

⁽⁶⁾ Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: $707.127 > 291.659$

Subtramo 0 PK 2+44 al PK 3+08

Sección de Cimiento de Firme ⁽⁴⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Desmante	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	30 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Inadecuado - CBR 2 Terreno natural subyacente	Indefinido

⁽⁴⁾ La sección[Tramo 1 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es valida. Deflexión 139,96 mm/100, módulo de compresibilidad 102,94 MPa

Tramo 2 PK 3+08 al PK 5+15

Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽⁸⁾

Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (7)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = \mathbf{2.42}$$

(7) Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

(8) Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: $707.127 > 291.659$

Subtramo 0 PK 3+08 al PK 5+15

Sección de Cimiento de Firme ⁽⁰⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Desmonte	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Tolerable - CBR 4 Terreno natural subyacente	Indefinido

(0) La sección[Tramo 2 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es valida. Deflexión 131,79 mm/100, módulo de compresibilidad 109,31 MPa

Firme

Tramo 0	Tramo 1	Tramo 2
PK 0+00 al PK 2+44	PK 2+44 al PK 3+08	PK 3+08 al PK 5+15

Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm	Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm	Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm
Mezcla Semidensa / 5 cm	Mezcla Semidensa / 5 cm	Mezcla Semidensa / 5 cm
Mezcla Semidensa / 7 cm	Mezcla Semidensa / 7 cm	Mezcla Semidensa / 7 cm
Suelocemento SC-3 / 25 cm	Suelocemento SC-3 / 25 cm	Suelocemento SC-3 / 25 cm

Cimiento del firme

Tramo 0	Tramo 1	Tramo 2
PK 0+00 al PK 2+44	PK 2+44 al PK 3+08	PK 3+08 al PK 5+15
Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa	Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa	Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa
Subtramo 0	Subtramo 0	Subtramo 0
Desmonte	Desmonte	Desmonte
PK 0+00 al PK 2+44	PK 2+44 al PK 3+08	PK 3+08 al PK 5+15



Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 30 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 25 cm
Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm
Suelo Tolerable - CBR 4 / Indefinido Terreno natural subyacente	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Tolerable - CBR 4 / Indefinido Terreno natural subyacente
	Suelo Inadecuado - CBR 2 / Indefinido Terreno natural subyacente	

Cimiento del firme

Capa	Esp. cm	E MPa	v	Lado	Prof. cm	ϵ_t	ϵ_v	σ_t MPa	σ_v MPa
0	25,00	200	0,3						
				Superior	0	1,008595e-003	1,178350e-003	5,238844e-001	5,500006e-001
				Inferior	25	-5,801701e-004	1,072971e-003	-9,933799e-002	1,549914e-001
1	25,00	100	0,35						
				Superior	25	-5,801701e-004	1,590514e-003	-5,800024e-003	1,549914e-001
				Inferior	50	-4,018965e-004	6,873149e-004	-3,983612e-002	4,084621e-002
2	Infinito	40	0,35						
				Superior	50	-4,018965e-004	1,069070e-003	-2,737980e-003	4,084621e-002

Cimiento del firme

Capa	Esp. cm	E MPa	v	Lado	Prof. cm	ϵ_t	ϵ_v	σ_t MPa	σ_v MPa
0	30,00	200	0,3						
				Superior	0	9,311569e-004	1,244725e-003	5,017594e-001	5,500006e-001
				Inferior	30	-4,431033e-004	8,306232e-004	-7,458319e-002	1,213747e-001
1	25,00	100	0,35						
				Superior	30	-4,431033e-004	1,233446e-003	-2,814112e-003	1,213747e-001
				Inferior	55	-1,995356e-004	4,466387e-004	-1,066964e-002	3,719512e-002
2	25,00	100	0,35						
				Superior	55	-1,995356e-004	4,466387e-004	-1,066964e-002	3,719512e-002
				Inferior	80	-2,386285e-004	3,385659e-004	-2,966184e-002	1,309331e-002
3	Infinito	22	0,35						
				Superior	80	-2,386285e-004	6,278090e-004	-1,026416e-003	1,309331e-002

Sección de Firme - Contacto adherente

Capa	Esp. cm	E MPa	v	Lado	Prof. cm	ϵ_t (1)	ϵ_t (2)	ϵ_t (3)
0	2,00	4000	0,35					
				Superior	0,00	8,195471e-005	1,087783e-004	9,89224
				Inferior	2,00	5,031469e-005	7,226748e-005	7,22195
1	5,00	6000	0,33					
				Superior	2,00	5,031469e-005	7,226748e-005	7,22195
				Inferior	7,00	-4,659772e-006	5,767152e-006	1,72869
2	7,00	6000	0,33					
				Superior	7,00	-4,659772e-006	5,767152e-006	1,72869
				Inferior	14,00	-4,908685e-005	-5,348782e-005	-4,22337
3	25,00	2000	0,25					
				Superior	14,00	-4,908685e-005	-5,348782e-005	-4,22337
				Inferior	39,00	-6,397480e-005	-1,030084e-004	-1,09615
4	Infinito	100	0,35					
				Superior	39,00	-6,397480e-005	-1,030084e-004	-1,09615

(1) Bajo rueda simple. (2) Bajo una de las ruedas gemelas. (3) Bajo el centro de las ruedas gemelas.

	ϵ_v (1)	ϵ_v (2)	ϵ_v (3)	σ_t (1) MPa	σ_t (2) MPa	σ_t (3) MPa
11e-005	3,635662e-005	2,136994e-005	-6,513677e-005	9,351064e-001	1,060961e+000	4,637525e-001
18e-005	6,870552e-005	5,558973e-005	-5,742040e-005	7,344358e-001	8,402746e-001	3,877827e-001
18e-005	3,918077e-005	2,712564e-005	-5,263305e-005	8,391554e-001	9,945065e-001	5,669092e-001
15e-005	7,444369e-005	6,633517e-005	-2,204174e-005	2,641306e-001	3,495285e-001	2,491369e-001
15e-005	7,444369e-005	6,633517e-005	-2,204174e-005	2,641306e-001	3,495285e-001	2,491369e-001
13e-005	8,145320e-005	7,976994e-005	2,499789e-005	-2,946567e-001	-3,016259e-001	-1,671614e-001
13e-005	1,553270e-004	1,559896e-004	6,327843e-005	-3,281635e-002	-3,562702e-002	-3,268028e-002
17e-004	4,978752e-005	7,015641e-005	7,438556e-005	-1,648893e-001	-2,505682e-001	-2,665065e-001
17e-004	1,756314e-004	2,605839e-004	2,751958e-004	-6,182283e-004	-4,371792e-004	-6,090698e-004

σ_v (1) MPa	σ_v (2) MPa	σ_v (3) MPa
8,000010e-001	8,019739e-001	-2,234879e-002
7,889272e-001	7,908591e-001	3,664251e-003
7,889272e-001	7,908591e-001	3,664251e-003
6,209883e-001	6,227677e-001	7,171425e-002
6,209883e-001	6,227677e-001	7,171425e-002
2,942458e-001	2,995369e-001	1,361392e-001
2,942458e-001	2,995369e-001	1,361392e-001
1,713038e-002	2,649559e-002	2,789549e-002
1,713038e-002	2,649559e-002	2,789549e-002

ANEJO 7.- ESTUDIOS DE TRÁFICO

ANEJO 7.- ESTUDIOS DE TRÁFICO

7.1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

7.2.- DATOS DE PARTIDA

7.3.- TRÁFICO EN EL TRONCO DE LA VARIANTE

APÉNDICE 1.- Plan General de Aforos 2014 “Junta de Andalucía”

APÉNDICE 2.- Plan General de Aforos 2013 “Junta de Andalucía”

APÉNDICE 3.- Mapa provincial de tráfico 2014 “Ministerio de Fomento”

ANEJO 7.- ESTUDIO DE TRÁFICO

7.1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El estudio de tráfico tiene como objetivo obtener una estimación de qué tráfico va a tener que soportar la nueva infraestructura. En este caso, se partirá de los datos de tráfico que actualmente tiene la A-6052, ya que nuestro proyecto comienza en ella y termina en una variante de la misma. Posteriormente se realiza una prognosis de tráfico para el año de puesta en servicio.

Los resultados de los estudios están orientados a determinar las categorías de tráfico para poder definir la estructura del firme de la infraestructura.

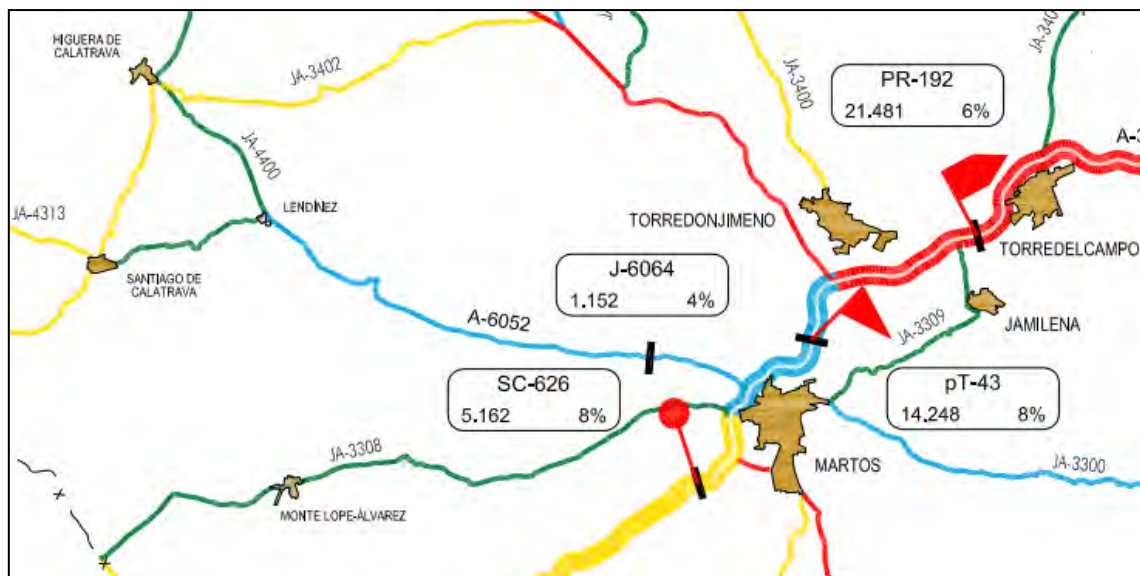
7.2.- DATOS DE PARTIDA

Como punto de partida, se ha recabado toda la información de tráfico existente en los organismos respectivos, interesa conocer los datos referidos al troco de la carretera para definir la categoría de tráfico que a su vez la utilizaremos para definir la estructura del firme.

La información que se utilizará para la elaboración del estudio de tráfico procederá de:

- Mapa de tráfico editado por la Junta de Andalucía (Apéndice 1 y 2)
- Mapa de tráfico editado por el Ministerio de Fomento. (Apéndice 3)

Dicha información aparece reflejada en la siguiente figura:





Fuente: Plan General de Aforos 2014 “Junta de Andalucía”

7.3.- TRÁFICO EN EL TRONCO DE LA VARIANTE

De las diversas estaciones de aforo localizadas cerca de la zona de proyecto, la que resulta más interesante es la estación de cobertura J-6054, situada en la carretera A-6052, la cual recoge los siguientes datos:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| - IMD (2014) = 1152 veh/día | - IMD (2013) = 1141 veh/día |
| - % Pesados (2014) = 4 % = 46 veh/día | - % Pesados (2013) = 3% |

Fuente: Plan Plan General de Aforos 2013-2014 “Junta de Andalucía”

Los datos de esta estación no comprenden una evolución histórica amplia debido a que su funcionamiento parte del año 2013 en adelante. Es por ello que no se puede obtener un dato preciso de la tasa de crecimiento del tráfico, aunque se puede observar una ligera tendencia ascendente durante el corto periodo de actividad de la estación. Por lo que se supondrá una tasa de crecimiento del 1,5 % para la IMD y 2,5% para el % de pesados.

Aplicando este crecimiento a los años que van desde el año 2014 al año de puesta en

servicio (2019) se obtiene:

$$IMD_{2019} = (IMD_{2014}) \cdot (1 + i)^n$$

donde:

i tasa de crecimiento en tanto por uno

n número de años

Luego:

$$IMD_{2019} = 1152 \cdot (1 + 0,015)^5 = 1241 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{P2019} = 46 \cdot (1 + 0,025)^5 = 52 \text{ veh/día } (\% \text{ Pesados})$$

En base a la IMD del año 2019, se obtiene la prognosis del tráfico. Se mantendrán constantes las tasas de crecimiento de vehículos del 1,5% y 2,5% para vehículos pesados, como continuidad al crecimiento producido en la actualidad.

De acuerdo con la Norma 3.1 IC de Trazado, la sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte que estará situado 20 años después de la entrada en servicio.

Por lo que en este caso:

$$IMD_{2039} = 1241 \cdot (1 + 0,015)^{20} = 1671 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{P2039} = 52 \cdot (1 + 0,025)^{20} = 85 \text{ veh/día } (\% \text{ Pesados})$$

Para la obtención de la categoría de tráfico, a efectos de dimensionamiento del firme, se aplica la norma 6.1.-IC "Secciones de firme".

Se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMD_p que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Las distintas categorías se recogen en las tablas siguientes:

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

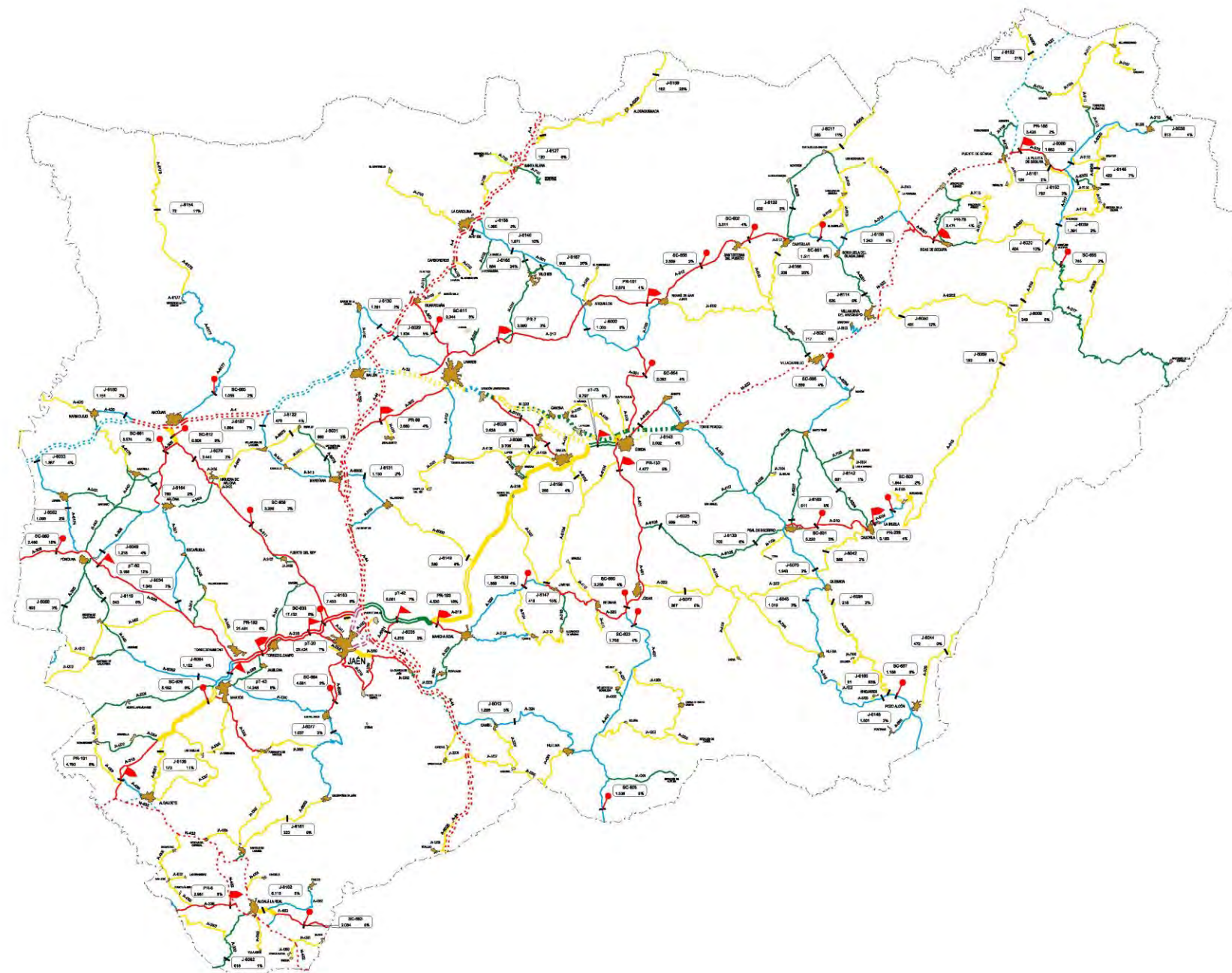
Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMD _p (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Considerando un reparto por sentidos de 50/50, se obtiene por sentido:

IMD	IMD _p	Tipo de tráfico
834	43	T41

APÉNDICE 1.-

Plan General de Aforos 2014 “Junta de Andalucía”



Signos convencionales

Red de Carreteras de Andalucía (veh./día)

- hasta 500
- de 500 a 1.000
- de 1.000 a 2.000
- de 2.000 a 5.000
- de 5.000 a 7.500
- de 7.500 a 10.000
- de 10.000 a 15.000
- de 15.000 a 25.000
- más de 25.000

Red de gran capacidad (x1 intensidad)

Red de Carreteras del Estado (x1 intensidad)

Red de gran capacidad (x1 intensidad)

Estaciones de aforo

Permanente con telemetría

Primaria

Secundaria

De cobertura

2000 100 IMD % veh. pesados

Otros símbolos

Puertos

Aeropuertos

CTM (centro de transporte de mercancías)

NOTA: En las carreteras representadas con volumen de tráfico y en estación de aforo se ha estimado su IMD.

PLAN DE AFOROS DE LA RED PRINCIPAL DE CARRETERAS DE ANDALUCÍA 2014

MAPA DE TRÁFICO, PROVINCIA DE JAÉN

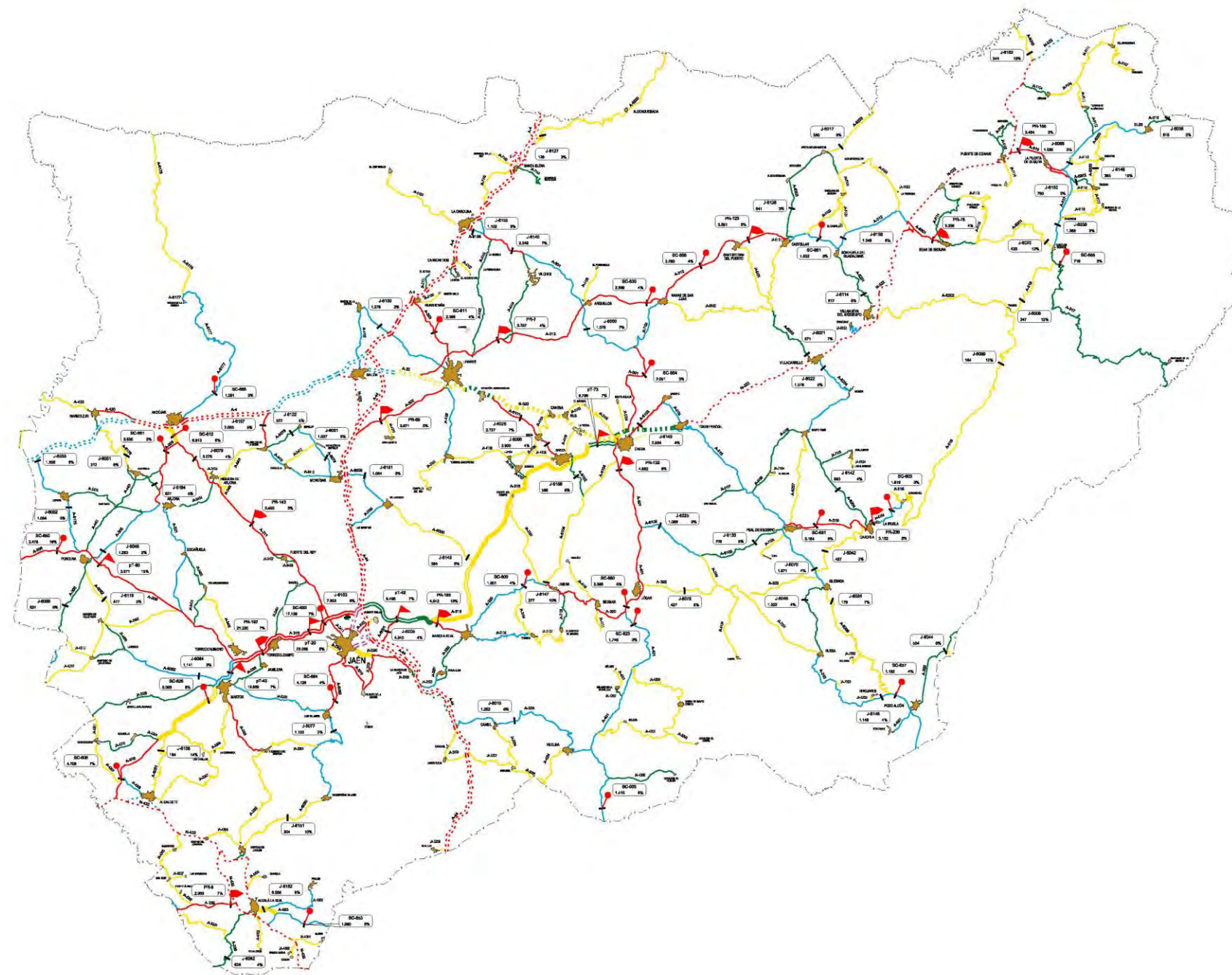
SERVICIO DE CONSERVACIÓN

Y DOMINIO PÚBLICO VIARIO

ESCALA: 1:500.000

APÉNDICE 2.-

Plan General de Aforos 2013 “Junta de Andalucía”



Signos convencionales

Red de Carreteras de Andalucía (veh./día)

- hasta 500
- de 500 a 1.000
- de 1.000 a 2.000
- de 2.000 a 5.000
- de 5.000 a 7.500
- de 7.500 a 10.000
- de 10.000 a 15.000
- de 15.000 a 25.000
- más de 25.000

Red de gran capacidad (v/ intensidades)

Red de Carreteras del Estado (v/ intensidades)

Red de gran capacidad (v/ intensidades)

Estaciones de aforo

Permanente con telemetría

Primaria

Secundaria

De cobertura

IMD % veh. pesados

Otros símbolos

Puertos

Aeropuertos

CTM (centro de transporte de mercancías)

NOTA: En las carreteras representadas con volumen de tráfico y sin estación de aforo se ha estimado su IMD.

PLAN DE AFOROS DE LA RED PRINCIPAL DE CARRETERAS DE ANDALUCÍA 2013

MAPA DE TRÁFICO, PROVINCIA DE JAÉN

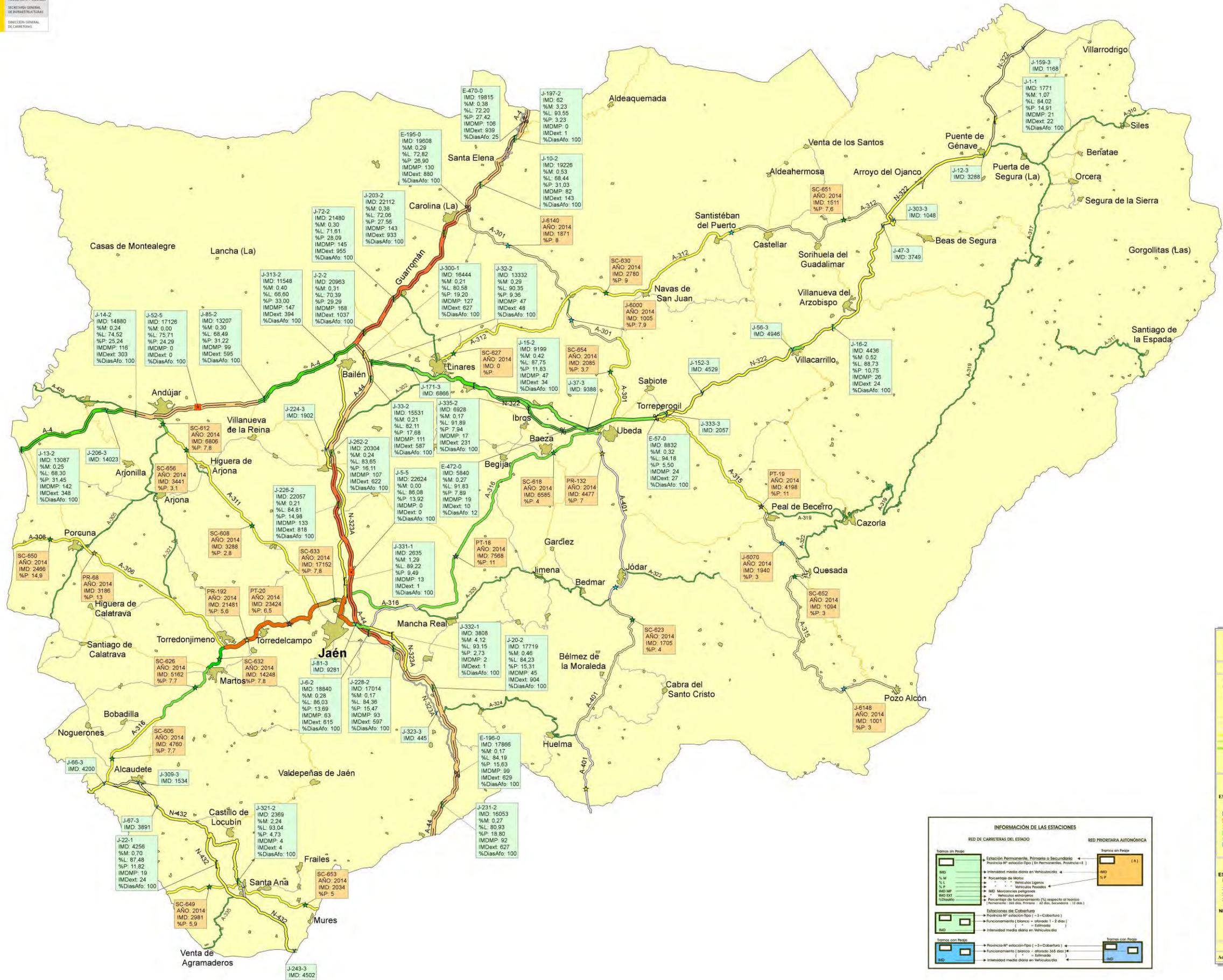
SERVICIO DE CONSERVACIÓN

Y DOMINIO PÚBLICO VIARIO

ESCALA: 1/500.000

APÉNDICE 3.-

Mapa Provincial de Tráfico 2014 “Ministerio de Fomento”



MAPA DE TRÁFICO

JAÉN 2014

INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE TRÁFICO (IMD)
(Vehículos / día)

Sin datos
de 0 a 1.000
de 1.001 a 2.000
de 2.001 a 5.000
de 5.001 a 10.000
de 10.001 a 15.000

de 15.001 a 20.000
de 20.001 a 30.000
de 30.001 a 50.000
de 50.001 a 80.000
de 80.001 a 100.000
mas de 100.000

ESTACIONES DE AFORO

ESTADO CCAA
DIPUTACIONES

0 - PERMANENTE
1 - SEMIPERMANENTE
2 - PRIMARIA
3 - SECUNDARIA
4 - COBERTURA
5 - AUTOPISTA PEAJE

TITULARIDAD Y TIPO DE VÍA

ESTADO PRIORITARIA
RCE CCAA

TIPOLOGIA
A - LIBRE AUTOVÍA Y DOBLE CALZADA
B - AUTOPISTA DE PEAJE
C - RED CONVENCIONAL

NIVEL ADMINISTRATIVO DE LA RED PRIORITARIA

CCAA CARRETERA DE 1º ORDEN
CCAA CARRETERA DE 2º ORDEN
CCAA CARRETERA DE 3º ORDEN
RESTO RED

ESCALA 1 : 240.000

Actualización 31/12/2014 - Edición 14/08/2015

**ANEJO 8.- ORDENACIÓN ECOLÓGICA,
ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA**

ANEJO 8.- ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA

8.1.- INTRODUCCIÓN

8.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.3.- INVENTARIO AMBIENTAL

8.3.1.- Introducción

8.3.2.- Clima

8.3.3.- Aire

8.3.4.- Ruido

8.3.5.- Geología y geotécnica

8.3.6.- Hidrología

8.3.7.- Edafología

8.3.8.- Vegetación

8.3.8.1.- Vegetación potencial

8.3.8.2.- Vegetación real

8.3.9.- Fauna

8.3.9.1.- Amenazas

8.3.9.2.- Especies más importantes de la zona de estudio

8.3.10.- Paisaje

8.3.11.- Patrimonio cultural. Vías pecuarias

8.3.11.1.- Vías pecuarias

8.3.11.2.- Patrimonio

8.3.12.- Medio socioeconómico

8.3.12.1.- Introducción

8.3.12.2.- Evolución de la población

8.3.12.3.- Actividades socioeconómicas

8.4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

8.4.1.- Medio físico

- 8.4.1.1.- Aire y ruido
- 8.4.1.2.- Geología y geotecnia
- 8.4.1.3.- Edafología
- 8.4.1.4.- Hidrología
- 8.4.1.5.- Vegetación
- 8.4.1.6.- Fauna
- 8.4.1.7.- Paisaje

8.4.2.- Patrimonio cultural

8.4.3.- Medio socioeconómico

- 8.4.3.1.- Sistema demográfico
- 8.4.3.2.- Sistema territorial
- 8.4.3.3.- Sistema económico

8.5.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

8.5.1.- Medio físico

- 8.5.1.1.- Aire y ruido
- 8.5.1.2.- Edafología
- 8.5.1.3.- Hidrología
- 8.5.1.4.- Vegetación
- 8.5.1.5.- Fauna
- 8.5.1.6.- Paisaje
- 8.5.1.7.- Patrimonio cultural

8.5.2.- Medio socioeconómico

- 8.5.2.1.- Sistema demográfico
- 8.5.2.2.- Sistema territorial

8.6.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

8.6.1.- Objetivos

8.6.2.- Instrumentos en la fase de obras

8.6.2.1.- Seguimiento y vigilancia del impacto de las emisiones de polvo y de la maquinaria

8.6.2.2.- Seguimiento y vigilancia del impacto acústico

8.6.2.3.- Seguimiento y vigilancia del impacto sobre los suelos

8.6.2.4.- Seguimiento y vigilancia del impacto sobre las aguas

8.6.2.5.- Seguimiento y vigilancia de las obras de drenaje y canalización

8.6.2.6.- Seguimiento y vigilancia de las afecciones a los acuíferos y a las áreas de recarga

8.6.2.7.- Control de la afección a la fauna terrestre y avifauna

8.6.2.8.- Gestión de la tierra vegetal

8.6.2.9.- Control de la ejecución de las siembras e hidrosiembras

8.6.2.10.- Control de la protección del patrimonio arqueológico – paleontológico

8.6.3.- Instrumentos en la fase de servicio

8.6.3.1.- Evolución de la calidad de las aguas superficiales

8.6.3.2.- Utilización de los drenajes

8.6.3.3.- Evolución de siembras e hidrosiembras

8.6.4.- Documentación del seguimiento y vigilancia de la obra

APÉNDICE 1.- REVEGETACIÓN

ANEJO 8.- ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA.

8.1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Proyecto es la demolición de las capas de firme y el acondicionamiento en aquellos puntos en los que sea necesario de la carretera A-6052, en el tramo comprendido entre los pp.kk 14+000 y 19+147, con el fin de mejorar su estado actual, dentro de la provincia de Jaén en el término municipal de Santiago de Calatrava.

8.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La solución a desarrollar en el Proyecto para el acondicionamiento de la carretera A-6052 consiste en tres variantes de trazado y dos enlaces. A continuación se describen las distintas zonas de actuación:

- Enlace 1:

Está formado por una intersección en Y, con la cual se produce la conexión entre la carretera A-6052 (objeto de estudio) y la carretera JV-2121 en el p.k. 0+520. Se proyecta un fresado y refuerzo del firme existente.

- Enlace 2:

Está formado por una intersección en T, con la cual se produce la conexión entre la carretera A-6052 (objeto de estudio) y la carretera JV-2102 en el p.k. 0+950. Se proyecta una pequeña modificación del trazado de la intersección para una mayor visibilidad.

- Variante 1:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 1+200 y el 1+980. Tiene una longitud total de 780 m en los que se ha tratado de suavizar las curvas de dicho trazado, para facilitar la entrada a la pedanía de Lendinez.

- Variante 2:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 2+600 y el p.k. 3+200. Tiene una longitud de 600 m con los que se ha sustituido el tramo de curvas peligrosas del antiguo trazado por uno nuevo notablemente más rectilíneo.

- Variante 3:

Es la modificación del trazado de la carretera A-6052 entre el p.k. 3+480 y el p.k. 3+800. Tiene una longitud total de 320 m con los que de nuevo se ha sustituido el trazado original por uno nuevo, con el objetivo de modificar la peligrosidad del mismo.

8.3.- INVENTARIO AMBIENTAL

8.3.1.- Introducción

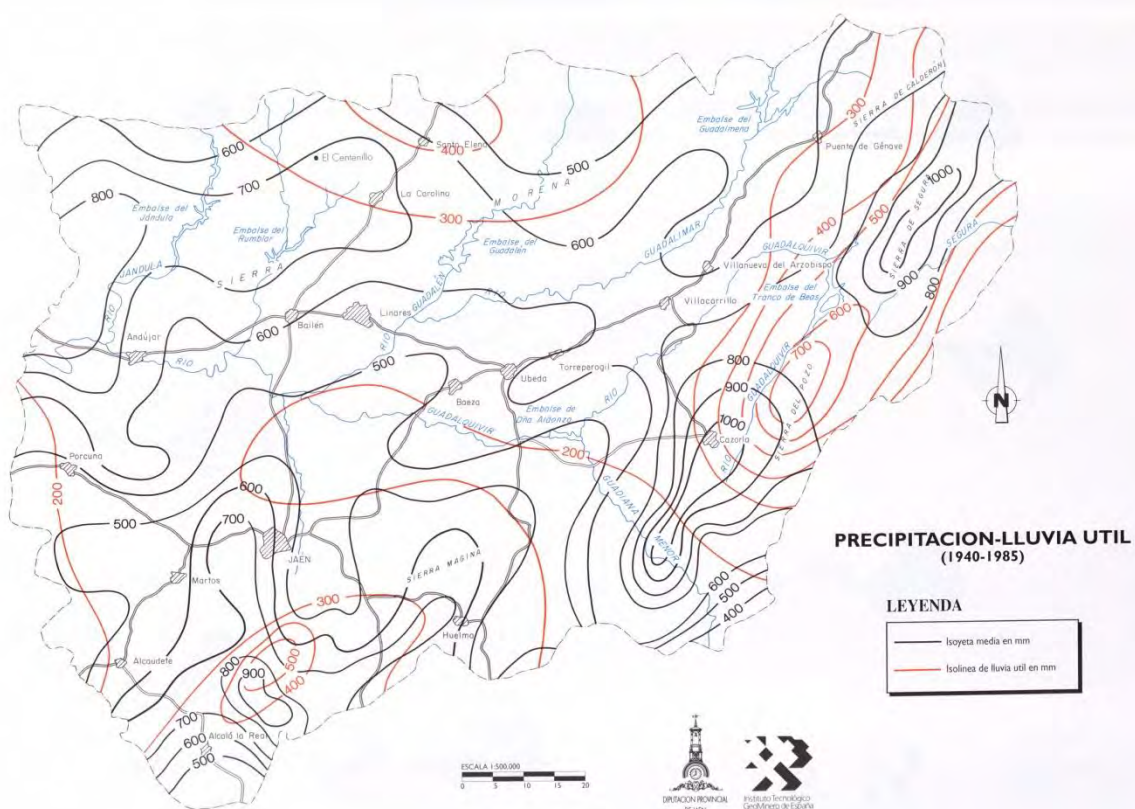
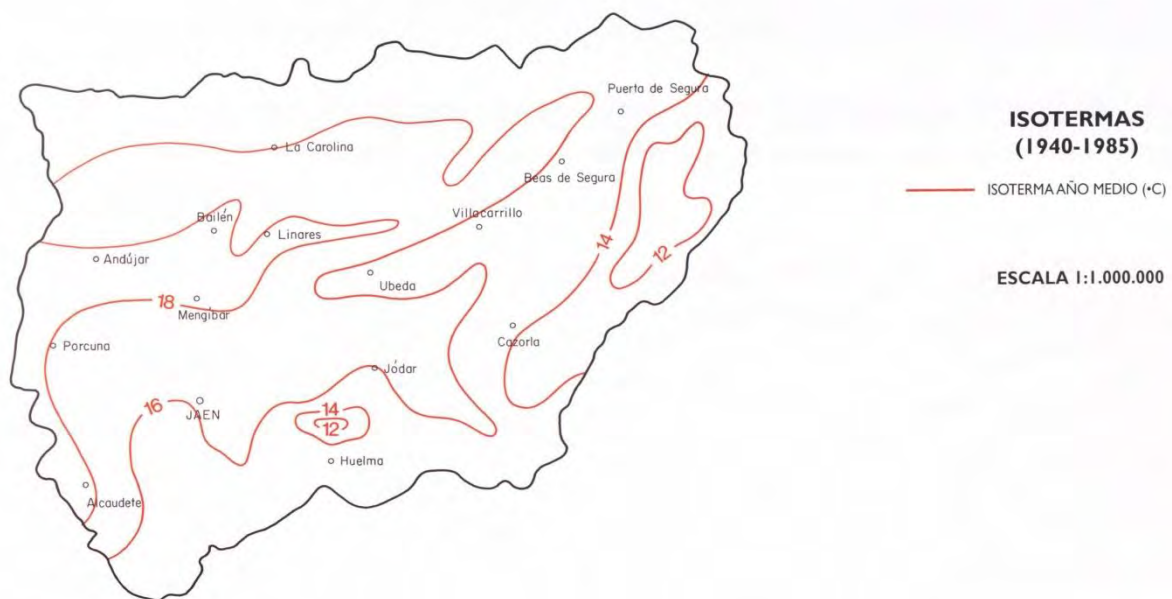
En el presente apartado se realiza un inventario de las variables ambientales que pueden ser afectadas por la actuación proyectada.

La zona objeto del Proyecto de Acondicionamiento de la carretera A-6052, se sitúa entre los p.k. 14+000 al p.k. 19+147, concretamente en el término municipal de Santiago de Calatrava a su paso por Lendínez. La zona en general se encuentra en el límite de las provincias de Jaén y Córdoba.

8.3.2.- Clima

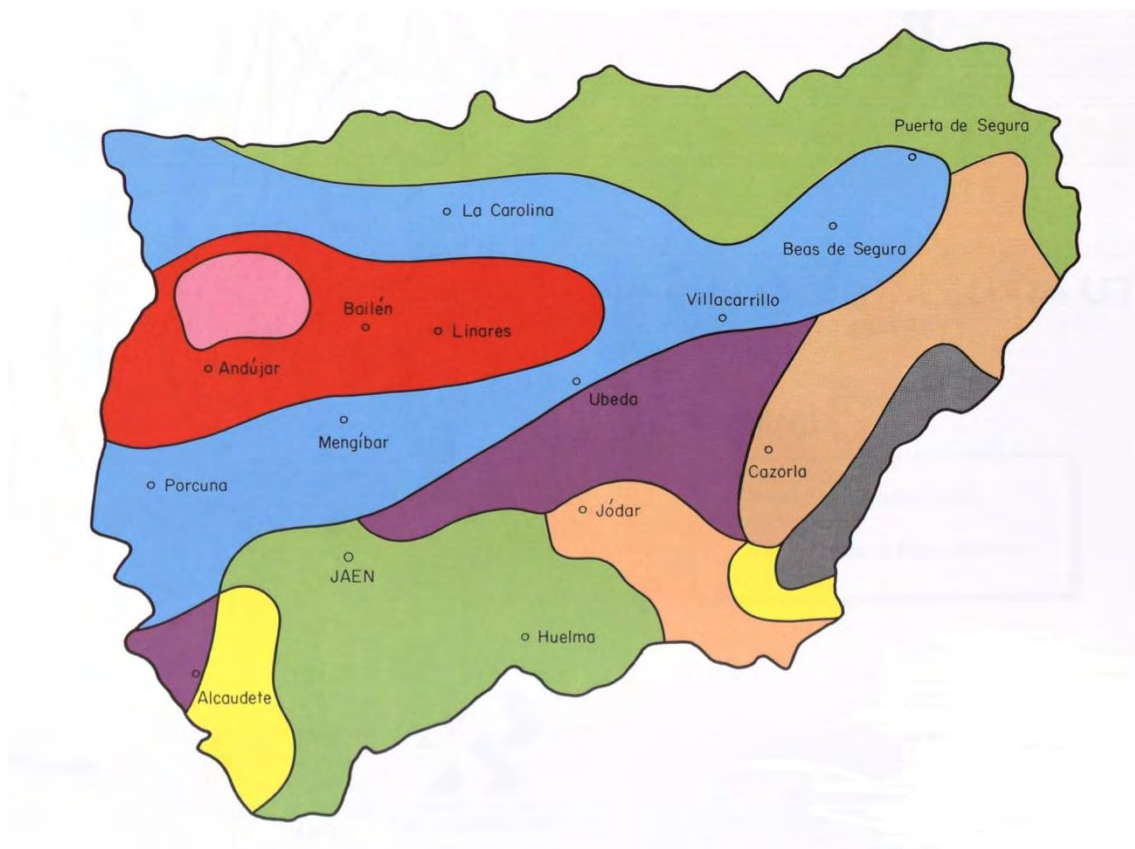
Clima mediterráneo continental de inviernos fríos (Anejo 3).

Corresponde genéricamente al área del surco intrabético, donde la continentalidad, el aislamiento impuesto por los relieves circundantes y la altitud, determinan la aparición de un clima muy extremado, con veranos calurosos (en torno a 24-25°C) y, sobre todo, inviernos muy fríos, cuyas temperaturas medias suelen situarse por debajo de los 6-7°C y en los que las heladas son un acontecimiento frecuente. A ello hay que añadir unas precipitaciones exiguas, de orden de los 500 mm o incluso inferiores, y con una distribución a lo largo del año más regular que la que caracteriza al resto de la región; aquí las precipitaciones primaverales ocupan un papel muy destacado y la sequía estival no es absoluta, registrándose algunas lluvias incluso en los meses de julio y agosto. Naturalmente, las precipitaciones en forma de nieve no son desconocidas durante el invierno.



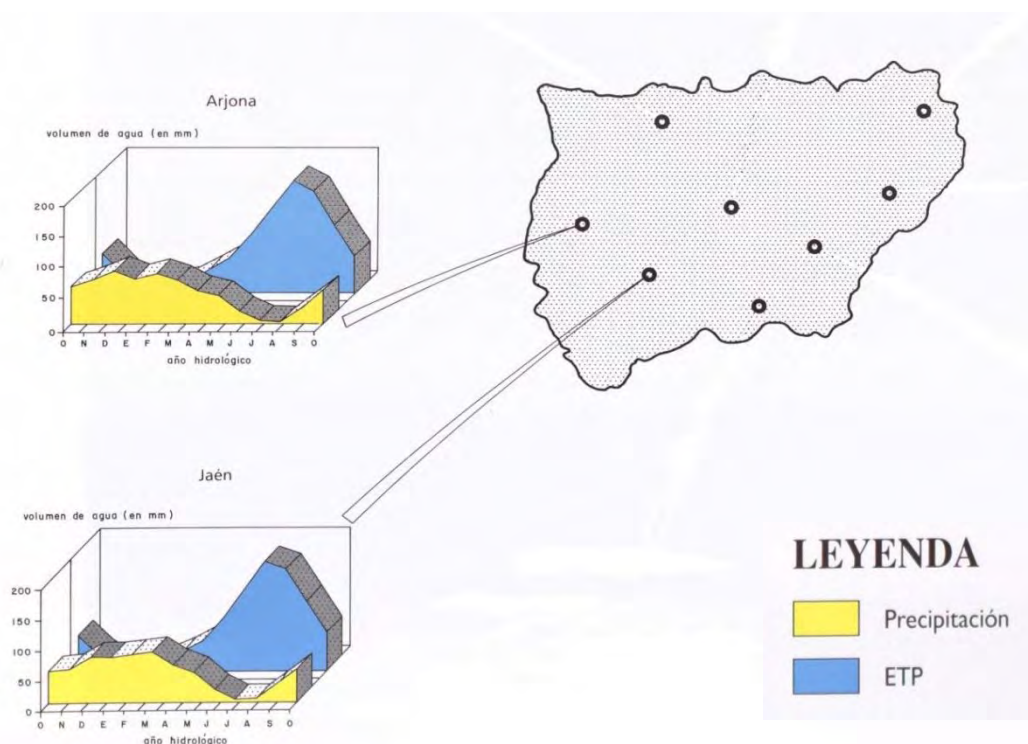
Fuente: Instituto Geológico y Minero de España. (IGME)

CLASIFICACION CLIMATICA DE PAPADAKIS					ETP ESTIMADA POR EL METODO DE PENMAN (mm)
REGIMEN TERMICO		REGIMEN DE HUMEDAD			
	SUBTROPICAL	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	800-900
	SUBTROPICAL	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	900-1.000
	SUBTROPICAL	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	1.000-1.100
	SUBTROPICAL	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	1.100-1.200
	SUBTROPICAL	CALIDO	MEDITERRANEO	SECO	800-900
	TEMPLADO	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	700-800
	TEMPLADO	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	800-900
	TEMPLADO	CALIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	900-1.000
	TEMPLADO	CALIDO	MEDITERRANEO	SECO	800-900



Fuente: Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

Por último se muestra el balance hídrico de la zona más cercana (Estación agroclimática de Arjona y de Jaén):



Fuente: Instituto Geológico y Minero de España. (IGME)

8.3.3.- Aire

Los contaminantes atmosféricos son aquellas sustancias o compuestos que pueden causar daños o molestias a las personas dependiendo de los niveles en los que se encuentren presentes en el aire. Hay varios tipos de contaminantes: los *primarios* (SO₂, SO₃, NO₂, CO y CO₂, hidrocarburos, sulfuro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno y plomo) y los *secundarios* que son aquellos que se pueden formar a partir de los primarios por oxidación fotoquímica. Principalmente son derivados de los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos.

A raíz de la Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, conocida como Directiva Marco, se establece la obligatoriedad de evaluar la calidad del aire en todo el territorio y llevar a cabo una zonificación del mismo en función de la calidad del aire existente.

La Ley 7/94 de Protección Ambiental, y el Decreto 74/96, por el que se aprueba el Reglamento del Aire, crearon la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía.

Respecto a las partículas en suspensión la Directiva 1999/30/CE, modificada en su quinto anexo por la Directiva DOCE 278 de 23/10/2001, establece un límite más restrictivo, pero aplicable a las partículas en suspensión antropogénicas, no considerándose superación del límite cuando se demuestre que se excede por causas naturales. En Andalucía, un porcentaje importante de las partículas atmosféricas en suspensión corresponden a fuentes naturales, como las debidas a la resuspensión atmosférica o transporte desde regiones áridas.

Por tanto, y mientras no se resten estos aportes naturales, se estarán comparando valores de partículas totales, incluyendo también las de origen natural, con un valor límite válido sólo para las de origen antropogénico.

A continuación se adjuntan, los datos de calidad del aire correspondientes a las estaciones de control pertenecientes al área de estudio para diferentes épocas del año:

Periodo: 1/06/2015 – 00:00 a 23:00

Tabla de Calidad del Aire							
Provincia: JAÉN							
Municipio	Estación	SO2	CO	NO2	Partículas	O3	Global
BAILEN	BAILEN	Buena	Buena	Buena	Admisible	Admisible	Admisible
JAEN	LAS FUENTEZUELAS	Buena	Buena	Buena		Admisible	Admisible
JAEN	RONDA DEL VALLE	Buena	Buena	Buena	Buena	Admisible	Admisible
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO		Buena	Buena	Buena	Admisible	Admisible

Evolución de la Calidad del Aire				
Provincia: JAÉN				
Municipio	Estación	Situación Anterior	Situación Actual	Evolución
BAILÉN	BAILÉN	ADMISIBLE	ADMISIBLE	MEJOR
JAÉN	LAS FUENTEZUELAS	MALA	ADMISIBLE	MEJOR
JAÉN	RONDA DEL VALLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE	MEJOR
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	ADMISIBLE	ADMISIBLE	MEJOR

Periodo: 1/10/2015 – 00:00 a 23:00

Tabla de Calidad del Aire							
Provincia: JAÉN							
Municipio	Estación	SO2	CO	NO2	Partículas	O3	Global
BAILÉN	BAILÉN	Buena	Buena	Buena	Admisible	Admisible	Admisible
JAÉN	LAS FUENTEZUELAS	Buena	Buena	Buena		Admisible	Admisible
JAÉN	RONDA DEL VALLE	Buena	Buena	Admisible	Buena	Admisible	Admisible
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO		Buena	Buena	Buena	Admisible	Admisible

Evolución de la Calidad del Aire				
Provincia: JAÉN				
Municipio	Estación	Situación Anterior	Situación Actual	Evolución
BAILÉN	BAILÉN	ADMISIBLE	ADMISIBLE	PEOR
JAÉN	LAS FUENTEZUELAS	ADMISIBLE	ADMISIBLE	PEOR
JAÉN	RONDA DEL VALLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE	PEOR
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	ADMISIBLE	ADMISIBLE	PEOR

Periodo: 1/2/2016 – 00:00 a 23:00

Tabla de Calidad del Aire							
Provincia: JAÉN							
Municipio	Estación	SO2	CO	NO2	Partículas	O3	Global
BAILEN	BAILEN	Buena	Buena	Buena	Admisible	Buena	Admisible
JAEN	LAS FUENTEZUELAS	Buena	Buena	Buena		Admisible	Admisible
JAEN	RONDA DEL VALLE	Buena	Buena	Admisible	Admisible	Buena	Admisible
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO		Buena		Mala	Admisible	Mala
Evolución de la Calidad del Aire							
Provincia: JAÉN							
Municipio	Estación	Situación Anterior	Situación Actual	Evolución			
BAILÉN	BAILÉN	ADMISIBLE	ADMISIBLE	MEJOR			
JAÉN	LAS FUENTEZUELAS	ADMISIBLE	ADMISIBLE	PEOR			
JAÉN	RONDA DEL VALLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE	MEJOR			
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	ADMISIBLE	MALA	PEOR			

A la vista de los datos observados, se deduce que la calidad del aire en la zona del proyecto es, en general, admisible (Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía).

8.3.4.- Ruido

La construcción de una carretera conlleva necesariamente un impacto acústico, tanto durante la ejecución de los trabajos como durante la explotación de la misma ya en servicio. Su magnitud dependerá de diversos factores relacionados con la propia situación del trazado, el modo y medios de construcción, las características de la vía y los potenciales usuarios de la misma.

El ruido que se va a producir durante la fase de construcción variará obviamente según la operación concreta que se realiza.

Durante la fase de explotación, los niveles de ruido vendrán determinados por la

Intensidad Media Diaria (IMD) y la distancia a las zonas residenciales, hospitalarias, centros educativos y zonas de interés faunístico, al considerarse como puntos de mayor sensibilidad acústica.

Los criterios de valoración del impacto sonoro producido por las carreteras establecidos en las Declaraciones de Impacto Ambiental para este tipo de infraestructuras se suelen basar en la aplicación del nivel sonoro continuo equivalente (Leq), medido en dB(A), al que están expuestos los puntos receptores, existentes a lo largo del trazado, tanto durante el periodo diurno, como el nocturno. (Según lo expuesto en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas).

Los valores límites originados por la infraestructura que no deben sobrepasarse son los que se indican a continuación (a dos metros de las fachadas y para cualquier altura):

- Zonas residenciales

Leq (7 horas – 23 horas) menor que 60 dB (A)

Leq (23 horas – 7 horas) menor que 50 dB (A)

- Zonas industriales, comerciales o empresariales:

Leq (24 horas) menor que 70 dB(A)

- Zonas hospitalarias:

Leq (7 horas – 23 horas) menor que 55 dB (A)

Leq (23 horas – 7 horas) menor que 45 dB (A)

- Centros educativos, religiosos, parques y áreas deportivas:

Leq (24 horas) menor que 55 dB (A)

- Zonas de interés faunístico:

Leq (24 horas) menor que 60 dB (A) (medidos a 200 m del borde de la infraestructura y a una altura de 1,50 m)

8.3.5.- Geología y Geotecnia

Zona Enlace 1 y Zona Enlace 2

La zona se caracteriza por encontrarse enmarcada en el área afectada por una unidad olistotrómica, con la caracterización de que en superficie presenta una diferenciación de materiales.

Por un lado podemos observar unas terrazas de materiales de fondo de valles. Son materiales de edad Cuaternaria característicos de las unidades de la Depresión del Guadalquivir. En ocasiones se pueden observar en la cercanías yacimientos de yesos, aunque éstos no cortan en ningún tramo a nuestra traza.

Por otra parte se pueden observar depósitos aluviales y coluviales. Esto es debido a la acción erosiva del Arroyo del Salada que cruza la traza de la carretera a su paso por la pedanía de Lendínez.

Zona Variante 1 (p.k 1+200 al 1+980), Zona Variante 2 (p.k 2+600 al 3+200) y Zona Variante 3 (p.k 3+480 al 3+800)

Todas estas variaciones de trazado se caracterizan por asentarse prácticamente sobre la unidad de Castro del Río, formada por facies de margas blancas y limos arcillosos. Cabe resaltar además la presencia en las cercanías de arcillas, margas y areniscas versicolores, en pequeñas zonas que cortan a la traza.

En general es una zona que presenta una morfología prácticamente llana con pequeñas lomas, que marcan un paisaje suave. Está constituida fundamentalmente por una mezcla de arcillas y arenas recubiertas por margas y limos margosos generalmente poco resistentes a la erosión.

En el *Anejo 2.- Geología y Geotecnia* se describen ampliamente estas características.

8.3.6.- Hidrología

El término municipal de Santiago de Calatrava se encuentra comprendido, desde un punto de vista hidrológico, en la cuenca del río Guadalquivir. El Guadalquivir tiene una longitud de 657 kilómetros y sus afluentes principales son los ríos Genil, Guadiana Menor, Guadalbullón y Guadajoz por la izquierda y Guadalmena, Jándula y Guadiato por la derecha.

En el *Anejo 3.- Climatología e Hidrología* se describen ampliamente estas características.

8.3.7.- Edafología

Por lo que respecta a la capacidad agronómica del suelo, y según el Sistema del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, los suelos de la llanura agrícola son suelos de las Clases I y II (llanos, que permiten la agricultura intensiva), los cultivados de los relieves son Clase II, III y IV (que permiten la agricultura, aunque los últimos necesitan medidas correctoras, para evitar erosión), y el resto de relieves de Clase IV, VI, VII, e incluso VIII, con uso forestal o sin uso, mientras que en la rivera del Salado, destaca el suelo de Clase V, debido al encharcamiento que impide el cultivo.

- PRODUCTIVIDAD POTENCIAL FORESTAL

Los factores que influyen en la productividad real de una masa forestal son numerosos y de naturaleza diversa, pudiéndose agrupar en dos grandes conjuntos: factores ecológicos y factores humanos. La productividad potencial forestal es la máxima producción que se puede llegar a obtener en un monte que cumpla las siguientes condiciones:

- a) Suelo maduro, en equilibrio con el clima y evolucionado con arreglo al acondicionamiento fijado por su roca madre.
- b) Gestión técnica adecuada.
- c) Buen estado fitosanitario
- d) Especie compatible con la estabilidad del medio.

En concreto, en la zona de estudio, la productividad potencial es:

Clase II: Suelos con pendientes suaves entre el 3 y 7% que requieren prácticas moderadas de conservación. Tienen una tendencia moderada a la erosión hídrica y eólica, profundidad efectiva menor a la de un suelo ideal. Pueden o no tener, algún grado de impedimento como estructura desfavorable, contenido de sales o acidez moderada, fácilmente corregibles según el caso pero con probabilidad de que vuelvan a aparecer. Son terrenos potencialmente inundables. Pueden tener drenaje moderadamente impedido pero fácil de corregir mediante obras simples.

8.3.8.- Vegetación

8.3.8.1.- Vegetación potencial

Se define la vegetación potencial característica de un territorio como la vegetación madura que estaría presente en el mismo si no existieran circunstancias extraordinarias que alterasen los mecanismos evolutivos. Teniendo como base el “Mapa de Series de Vegetación de España” de Rivas-Martínez, puede obtenerse la siguiente información:

La zona de estudio pertenece a la Región Mediterránea, concretamente a la serie de

vegetación Bética (sector Subbético y subsector Subbético-Maginense) basófila de *Quercus rotundifolia* o encina. (*Paeonio coriacenae*- *Querceto rotundifoliae sigmetum*).

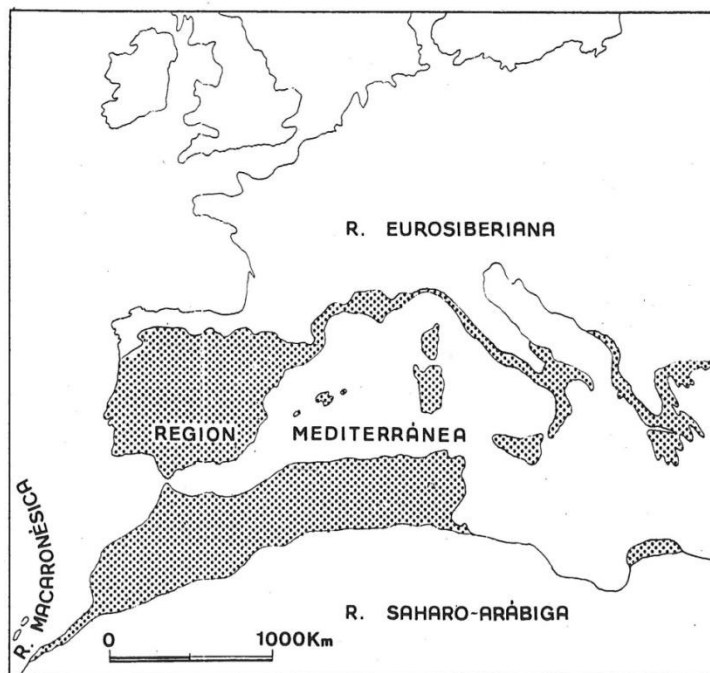
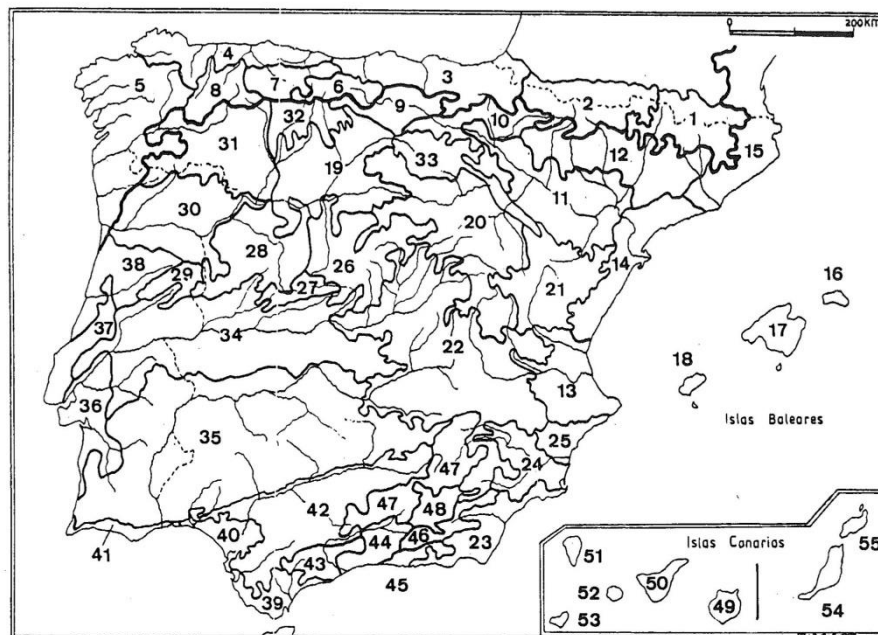
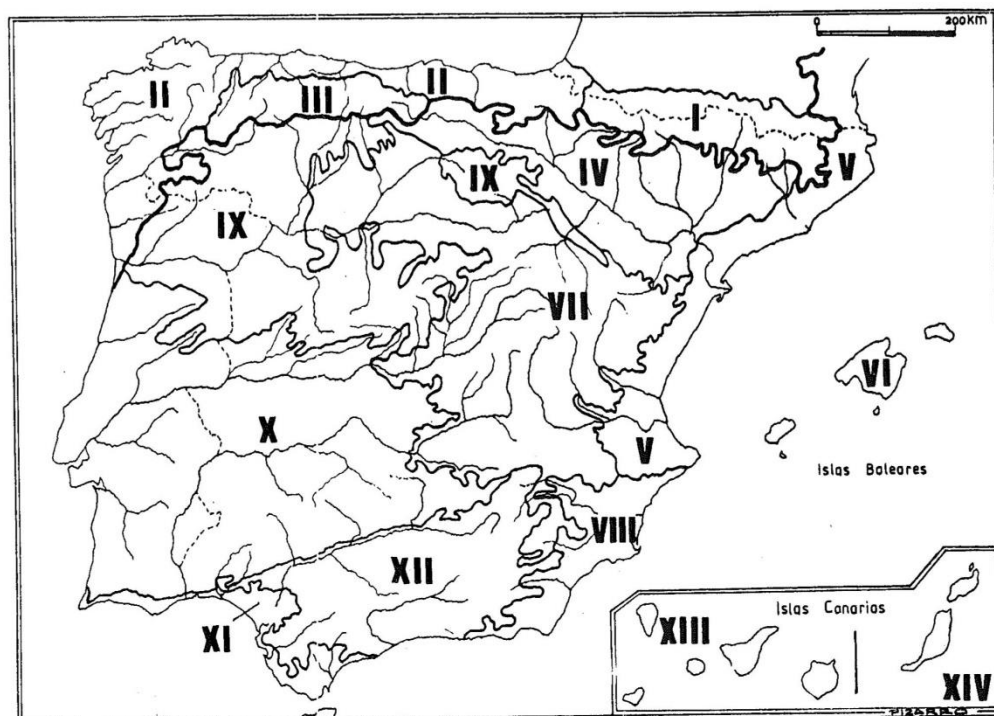


Figura 1.- Regiones biogeográficas de Europa occidental y África del Norte.



Mapa 4.—Sectores biogeográficos de España y Portugal (Península Ibérica, Baleares y Canarias).

Figura 2. Provincias biogeográficas de Europa central, occidental y meridional.



Mapa 3.—Provincias biogeográficas de España y Portugal (Península Ibérica, Baleares y Canarias).—Región Eurosiberiana. I: Pirenaica. II: Cántabro-atlántica. III: Orocantábrica.—Región Mediterránea. IV: Aragonesa. V: Catalano-Valenciano-Provenzal. VI: Balear. VII: Castellano-Maestrazgo-Manchega. VIII: Murciano-Almeriense. IX: Carpetano-Ibérico-Leonesa. X: Luso-Extremadurensis. XI: Gaditano-Onubense-Algarviense. XII: Bética.—Región Macaronésica. XIII: Canaria Occidental. XIV: Canaria Oriental.

Figura 3.- Sectores biogeográficos de España y Portugal (47. Sector Subbético)

Esta serie corresponde en su etapa madura a un bosque denso de *Quercus rotundifolia*, aunque en algunas umbrías frescas, los quejigos pueden alternar o suplantar a las encinas. A veces también pueden aparecer el acebuche y el lentisco (*Olea europea* subsp. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*); así como los pinares sustituyentes del bosque. La estapa de sustitución de maquia corresponde al coscojar. En el siguiente cuadro, se detallan las etapas de regresión y los bioindicadores de la serie considerada:

Árbol dominante	<i>Quercus rotundifolia</i>
I. Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Paeonia coriácea</i> <i>Paeonia broteroi</i> <i>Festuca trifora</i>
II. Matorral denso	<i>Quercus coccifera</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Genista speciosa</i>
III. Matorral degradado	<i>Echinospartum boissieri</i> <i>Phlomis crinita</i> <i>Thymus baeticus</i> <i>Digitalis obscura</i>
IV. Pastizales	<i>Brachypodium phoenicoides</i> <i>Stipa bromoides</i> <i>Asteriscus aquaticus</i>

MAPA DE PAISAJES VEGETALES DE ESPAÑA

HELIOS SAINZ OLLERO Y COLS.

«La cartografía sintética de los paisajes vegetales españoles»

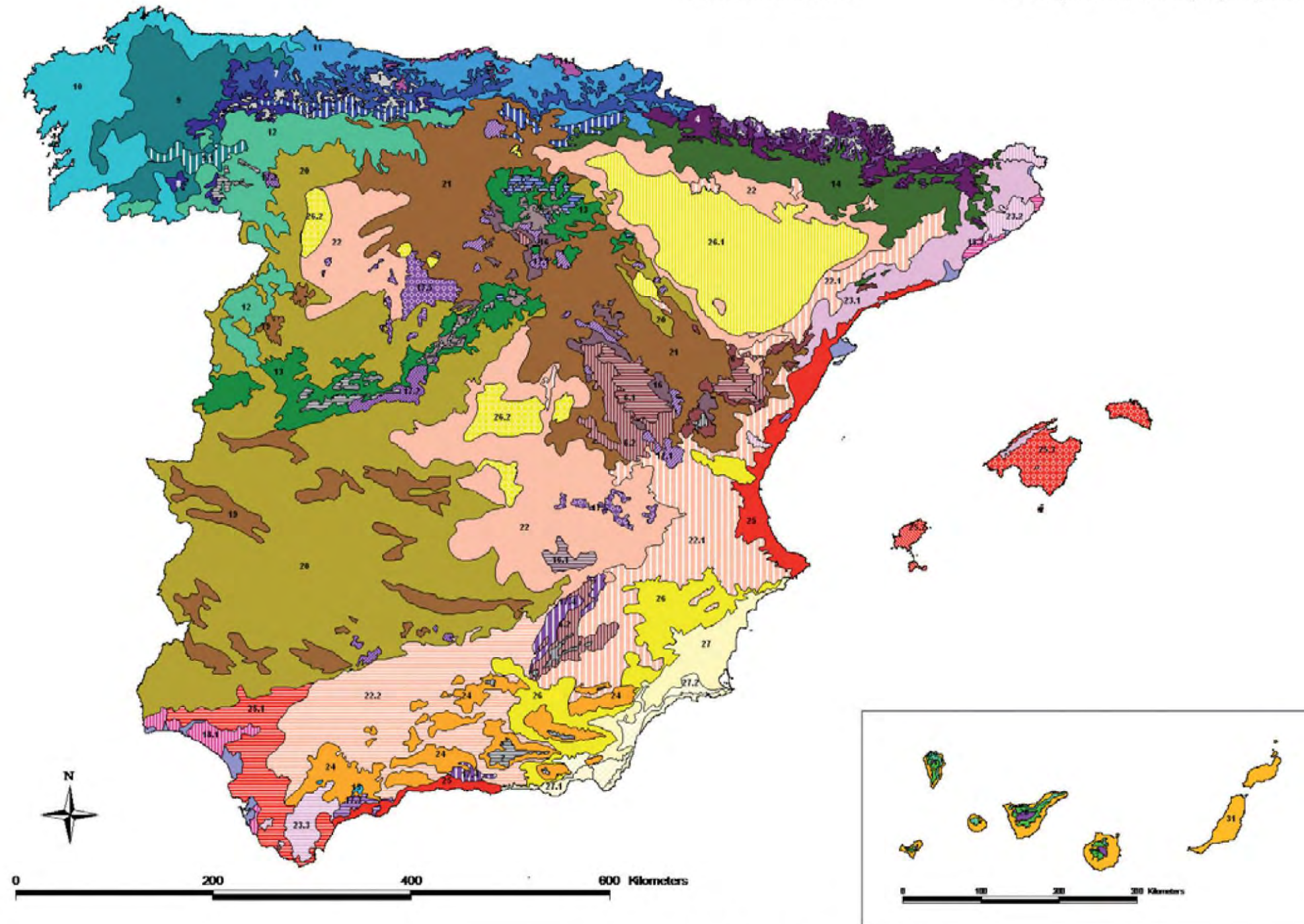


Figura 7a. Mapa de paisajes vegetales potenciales.
Figure 7a. Map of potential landscapes.

- | | | | | | |
|---|------|---|---|------|--|
|  | 1 | «Tasca» alpinizada pirenaico-cantábrica |  | 19 | Bosques mixtos o en mosaico de <i>Quercus</i> mediterráneos, esclerófilos o subesclerófilos (marcescentes), en alineaciones montañosas luso-extremadurenses |
|  | 2.1 | «Mosaico oromediterráneo»: variante acidófila |  | 20 | Bosques mixtos o en mosaico de encina y alcornoque luso-extremadurenses y salmantino-durienses |
|  | 2.2 | «Mosaico oromediterráneo»: variante basófila |  | 21 | Carrascales continentales y quejigares con sabinas albares en el ambiente supramediterráneo de las parameras ibéricas |
|  | 3 | Pinares pirenaicos de pino negro, piso subalpino |  | 22 | Carrascales continentales, coscojares y pinares de pino carrasco mesomediterráneos, en llanuras terciarias o cuaternarias sobre sustratos básicos |
|  | 4 | Pinares albares, hayedos, abedulares y abetales montanos pirenaicos |  | 22.1 | Variante termófila de transición, dominio de pino carrasco |
|  | 5 | Pinares albares del Sistema Central e Ibérico sobre sustratos silíceos |  | 22.2 | Variante bética con matagallos – <i>Phlomis purpurea</i> – |
|  | 6 | Pinares de pino albar y/o salgareño del sistema Ibérico meridional y las Béticas sobre sustratos carbonatados |  | 23.1 | Alsinares con durillos, lentiscos, madroños, labiérnagos y aladiernos, en mosaico con pinares de pinos carrasco y piñonero |
|  | 6.1 | Variante oromediterránea (cumbreña) con predominio del pino silvestre |  | 23.2 | Alcornocales. En mezcla con alsinas en los fondos de valle en Cataluña. Presencia salpicada de <i>Quercus pubescens</i> , <i>Q. canariensis</i> , <i>Pinus pinea</i> , <i>P. pinaster</i> y <i>P. halepensis</i> |
|  | 6.2 | Variante supramediterránea con predominio del pino salgareño |  | 23.3 | Alcornocales con quejigos (<i>Quercus canariensis</i>) sobre areniscas de la sierra gaditana del Aljibe. Alisedas ribereñas con ojaranzos y helechos subtropicales |
|  | 7 | Hayedos del piso montano cantábrico, Pirineo occidental, Sistema ibérico Norte y Sistema Central |  | 24 | Carrascales, quejigares y garrigas con pino carrasco de las sierras béticas |
|  | 7.1 | Variante cantabro meridional con influencia mediterránea |  | 25 | Maquias o garrigas mediterráneo-termófilas de coscoja, lentisco, palmito, acebuches y algarrobos, con o sin pino carrasco, en ambientes infralíticos levantinos, béticos y baleáricos |
|  | 7.2 | Variante de los Sistemas Central e Ibérico |  | 25.1 | Variante bética con alcornoques, acebuches, pino piñonero y flora psamófila |
|  | 8 | Abedulares, robledales, acebedas con serbales y melojares en ambientes altimontanos galaico-asturianos |  | 25.2 | Variante de pinar de pino carrasco con sabinas negrals en Ibiza |
|  | 9 | Carballeiras montanas galaicas en mosaico con abedulares, melojares y castaños |  | 25.3 | Variante con acebuches y algarrobos en Mallorca y Menorca |
|  | 9.1 | Variante mediterránea de los valles del Miño y Sil |  | 26 | Maquias continentales de coscoja y espiño negro, sabinas negrals o albares y pinares de pino carrasco |
|  | 10 | Carballeiras (robledales de <i>Quercus robur</i>) colinas galaico-asturianas y pinares (<i>Pinus pinaster</i> var. <i>maritima</i>) sobre sustratos ácidos paleozoicos |  | 26.1 | Variante del valle del Ebro |
|  | 11 | Bosques mixtos eutrofos planocaducifolios, robledales (<i>Quercus robur</i>), encinares y lauredales relictos en el piso colino cantabro-astur y euskaldun |  | 26.2 | Variante de áreas endorreicas gipsícolas o halófilas de las depresiones terciarias interiores de las mesetas ibéricas |
|  | 11.1 | Variante paleomediterránea de encinares y lauredales litorales y carrascales interiores |  | 27 | Espartales, coscojares o espinares y otras formaciones arbustivas semiáridas murciano-almerienses |
|  | 12 | Melojares subatlánticos o supramediterráneos del piedemonte del arco hercínico, habitualmente sobre rañas pliocuaternarias |  | 27.1 | Variante litoral con cornicales y formaciones halófilas |
|  | 13 | Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>), supramediterráneos del Sistema Central e Ibérico Norte |  | 27.2 | Variante interior con espartales, azufaifares, espinares y albardineros |
|  | 14 | Robledales submediterráneos de robles pubescentes (<i>Quercus pubescens</i>) o quejigos, (<i>Q. subpyrenaica</i> , <i>Q. faginea</i>), carrascales y pinares albares o salgareños prepirenaicos con boj |  | 28 | Paisajes supraforestales de la alta montaña canaria: Retamares, codesares y vegetación de las coladas volcánicas orocanarias |
|  | 15 | Pinsapares y quejigares de las sierras béticas más húmedas a menudo en mosaico con carrascales y pinares de pino carrasco |  | 29 | Bosques supraalísicos de pino canario con cistáceas y labiadas |
|  | 16 | Sabinas albares del Sistema Ibérico |  | 30 | Paisajes de laurisilva y fayal-brezales del piso montano de nieblas «Monteverde» |
|  | 16.1 | Variante mesomediterránea manchega |  | 31 | Paisajes basales canarios en ambientes termoxerófilos: Tabaibales-cardonales, sabinas y restos de los primitivos bosques termocanarios secos |
|  | 17.1 | Pinares negrals, alcornocales y/o melojares sobre areniscas |  | | Vegetación de humedales litorales |
|  | 17.2 | Pinares negrals mixtos o dominados por pino piñonero sobre batolitos graníticos o rocas metamórficas | | | |
|  | 17.3 | Pinares negrals meridionales – <i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>hamiltonii</i> – sobre peridotitas y serpentinas del sector occidental malacitano –Sierras Bermeja– | | | |
|  | 17.4 | Pinares meridionales (<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>hamiltonii</i> y <i>P. halepensis</i>) y sabinas negrals sobre calcarenitas dolomíticas de las sierras Béticas | | | |
|  | 17.5 | Pinares (<i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus pinea</i>) sobre arenales de las mesetas | | | |
|  | 18.1 | Pinares de pino piñonero del litoral gaditano-onubense sobre dunas | | | |
|  | 18.2 | Pinares de pino piñonero de la costa brava catalana sobre granitos litorales, alternando con maquia termófila | | | |

Figura 7b. Leyenda simplificada del mapa de paisajes vegetales potenciales.

Figure 7b. Map of potential landscapes simplified legend.

8.3.8.2.- Vegetación real

El tapiz vegetal de la zona de afección se fuertemente alterado por su marcada vocación agrícola respecto a las condiciones originales. Esto se debe a la continua intervención del hombre que, a lo largo de la historia ha tenido lugar en esta zona, tales como, labores agrícolas, pastoreo, etc.

El elemento dominante de la vegetación lo forman los cultivos de secano, los de regadío y los olivares.

La vegetación autóctona se limita a pequeñas franjas de árboles dispersos (*Populus nigra*, *Quercus rotundifolia*) y matorral en las lindes de los cultivos.

8.3.9.- Fauna

Para realizar el análisis faunístico, se utilizarán como referencia de la fauna los datos presentes de los vertebrados, por ser éste el grupo más fácilmente identificable y encontrarse.

Es importante señalar que el inventario faunístico aquí recogido, es un inventario de fauna potencial en el corredor, es decir, en función de un biotopo presente y el conocimiento de especies existentes en los alrededores, se han identificado las especies que posiblemente pueden encontrarse en el área de estudio, bien porque habitan en el mismo o porque está incluido dentro de su área de campeo.

8.3.9.1.- Amenazas

- Peces: Alteración de los cauces fluviales por obras hidráulicas. Contaminación de los cauces por vertidos urbanos e industriales. La extracción de áridos, canteras y el lavado de mineral, suponen serios impactos sobre los frezaderos y las zonas de refugio. La introducción de especies exóticas, la mayoría piscívoras, en los ríos españoles es la principal amenaza.
- Anfibios: Destrucción de puntos de agua permanentes. Contaminación. Introducción de peces. Enfermedades emergentes. Atropellos en algunos puntos.
- Reptiles: La transformación del hábitat, la excesiva contaminación en zonas industriales y agrícolas. A ello se suma la recolección para la tenencia o venta como mascotas y la introducción de especies exóticas.
- Mamíferos: Pérdida y transformación de hábitats naturales. Uso indiscriminado y abusivo de insecticidas.
- Aves: Reducción del hábitat por intensificación de los cultivos. Implantación de regadío en zonas esteparias, pesticidas y plaguicidas, eliminación de márgenes en cultivos, desforestación, electrocución y atropello.

8.3.9.2.- Especies más importantes de la zona de estudio

Estas son algunas de las especies más relevantes de la zona de estudio:

MAMÍFEROS	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo
<i>Arvicola sapidus</i>	Rata de agua
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris
<i>Erinaceus eurapaeus</i>	Erizo europeo
<i>Felis silvestris</i>	Gato montés europeo
<i>Genetta genetta</i>	Gineta
<i>Lepus granatensis</i>	Liebre ibérica
<i>Scirus vulgaris</i>	Ardilla roja
ANFIBIOS	
<i>Alytes cisternasii</i>	Sapo partero ibérico
<i>Bufo bufo</i>	Sapo común
<i>Rana perezi</i>	Rana común
REPTILES	
<i>Algyroides marchi</i>	Lagartija Valverde
<i>Blanus cinereus</i>	Culebrilla ciega
<i>Elphe scalaris</i>	Culebra de escalera
<i>Hemidactylus turcidus</i>	Salamanquesa rosa
<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto ocelado
<i>Malpionom monspessulanus</i>	Culebra bastarda
<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina
<i>Podarcis hispánica</i>	Lagartija ibérica
<i>Psammmodromus algerus</i>	Lagartija colilarga
<i>Vipera latasti</i>	Víbora hocicuda
PECES	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Esox lucius</i>	Lucio
<i>Tinca tinca</i>	Tenca
AVES	
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja
<i>Asio flammeus</i>	Lechuza campestre
<i>Atienu noctua</i>	Mochuelo común
<i>Buteo buteo</i>	Ratonero común
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro
<i>Milvus milvus</i>	Milano real

8.3.10.- Paisaje

El paisaje queda dominado por las líneas geométricas de cultivos. El enorme tapiz de olivos ha ocasionado todo un ecosistema en el que conviven decenas de especies animales, algunas de enorme curiosidad.

El olivar, omnipresente en los valles y también abundante en las serranías, constituye una de las señas de identidad más conocidas del paisaje andaluz.



Figura 4.- Paisaje de olivos característico de la provincia de Jaén.

8.3.11.- Patrimonio cultural. Vías pecuarias

8.3.11.1.- Vías pecuarias.

La zona de estudio no se ve afectada prácticamente por el tránsito de vías pecuarias a excepción de la “Cañada Real de Granada” a su paso por la pedanía de Lendinez, la cual dicho tramo se encuentra deslindado y por tanto no hay datos de su clasificación.

Dicha afección se puede observar en la siguiente fotografía obtenida de sistema WMS “Mapa Inventario de Vías Pecuarias de Andalucía”, recogido en la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.



Figura 5.- Ortofotografía vías pecuarias de la zona de proyecto.

8.3.11.2.- Patrimonio

Examinada la base de datos de la Consejería de Cultura SIPHA (Sistema de información del Patrimonio Histórico de Andalucía) y el listado de sitios arqueológicos en la provincia de Jaén, el cual contiene 12 Arqueológicos de Santiago de Calatrava, podemos determinar que ninguna está afectado por la traza de nuestro proyecto y que por tanto no deberemos tener especial medida al respecto.

Nº	Código	Provincia	Municipio	Denominación
312	230770005	Jaén	Santiago de Calatrava	Cerrillo Boyero
313	230770009	Jaén	Santiago de Calatrava	Cerro del Cortijo de Toledo
314	230770010	Jaén	Santiago de Calatrava	La Dehesilla
315	230770012	Jaén	Santiago de Calatrava	La Ariñuela
316	230770014	Jaén	Santiago de Calatrava	Cortijo de la Cruz Gorda II
317	230770016	Jaén	Santiago de Calatrava	Cerro del Lucero
318	230770017	Jaén	Santiago de Calatrava	Las Manoteras
319	230770019	Jaén	Santiago de Calatrava	Cortijo de Pedro Rubio Alto
320	230770020	Jaén	Santiago de Calatrava	Cortijo de Pedro Rubio Bajo
321	230770021	Jaén	Santiago de Calatrava	Cortijo de Pilallos
322	230770024	Jaén	Santiago de Calatrava	Cerro de la Estrella
323	230770027	Jaén	Santiago de Calatrava	Cerro de San Marcos

8.3.12.- Medio socioeconómico

8.3.12.1.- Introducción

La provincia de Jaén cuenta actualmente con una población total de 659.033 habitantes, siendo su capital la menos poblada de todo Andalucía con una población de 115.837 habitantes (*Datos obtenidos del Instituto de Estadística de Andalucía para el año 2014*)

De todos los municipios de Jaén el único que se encuentra cercano al área de actuación del Proyecto es Santiago de Calatrava. Se trata de un pequeño municipio de la comarca de la Sierra Norte de Jaén situado en el extremo oeste de la provincia, muy cercano a la provincia de Córdoba.

Es eminentemente agrícola, ya que los afloramientos rocosos son casi inexistentes. El olivar y su industria transformadora es la actividad económica principal, complementada con la ganadería, principalmente caprina. Los derivados plásticos de fibra y films, la artesanía y los transformados metálicos son también actividades de importancia.

8.3.12.2.- Evolución de la población

La provincia de Jaén experimentó su máximo poblacional a mitad del siglo XX, a partir de la cual se observa una regresión demográfica que se hace más acusada entre los años 50 y 70. La emigración masiva de los jóvenes jiennenses de las zonas rurales fue la causa principal de este declive, que se salva fundamentalmente por las altas tasas de natalidad de la época.

Evolución de la población de la provincia de Jaén en los últimos años

Año	1996	1998	2000	2002	2006	2010	2012	2013	2014
Población	648.551	645.792	645.711	647.781	662.751	670.761	670.242	664.916	659.033

Tabla1

Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía. Junta de Andalucía 2014

Población proyectada en la provincia de Jaén

Año	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2030	2032	2035
Población	648.913	643.073	638.976	636.280	634.523	633.378	632.447	632.620	633.667

Tabla2

Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía. Junta de Andalucía 2016

Jaén con 659.033 habitantes, es la séptima provincia en cuanto a volumen de población de Andalucía.

Datos básicos sobre la población actual de la provincia de Jaén

Población total	654.170
Población residente en núcleos de población	637.887
Población residente en diseminado	16.283
Población de hombres	323.861
Población de mujeres	330.309
Población extranjera (censo)	17.235
Nacimientos	5.523
Defunciones	5.794

Tabla 3

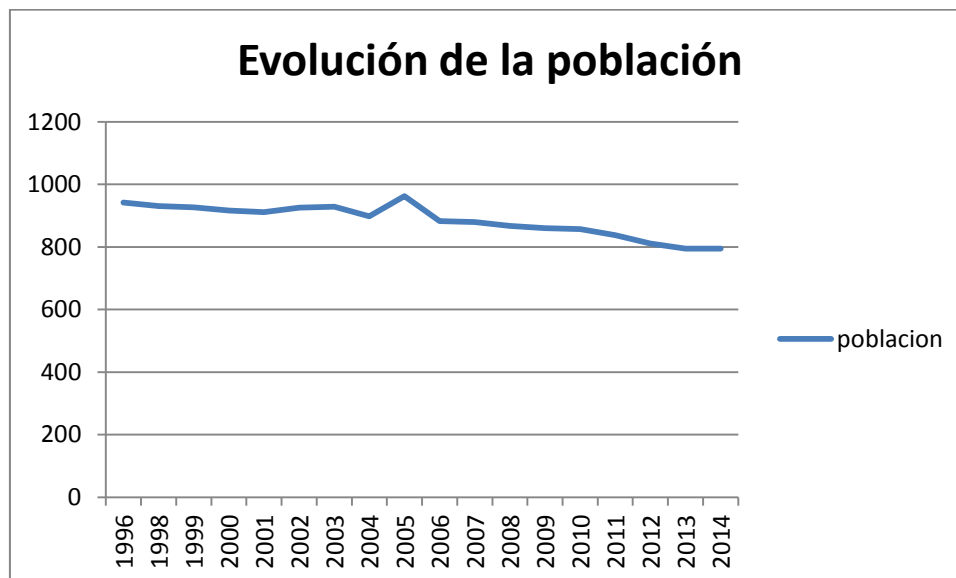
Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía. Junta de Andalucía, 2015

En la provincia, la mayoría de la población se encuentra agrupada en núcleos grandes (Jaén, Linares, Andújar, Úbeda, Martos, Alcalá la Real) que cuentan con más de 20.000 habitantes, repartiéndose el resto en más de 90 municipios (Santiago de Calatrava cuenta con 795 habitantes). En cuanto a la estructura y proyección de la población por edades y por sexo para el año 2016 es la siguiente:

Estructura de la población

Menos de 1 año	Hombres	2.968	Total	De 45 a 49 años	Hombres	25.610	Total
	Mujeres	2.781	5.749		Mujeres	24.941	50.551
De 1 a 4 años	Hombres	12.043	Total	De 50 a 54 años	Hombres	25.978	Total
	Mujeres	11.191	23.234		Mujeres	25.449	51.428
De 5 a 9 años	Hombres	16.997	Total	De 55 a 59 años	Hombres	22.373	Total
	Mujeres	16.059	33.056		Mujeres	21.870	44.243
De 10 a 14 años	Hombres	17.369	Total	De 60 a 64 años	Hombres	16.464	Total
	Mujeres	16.391	33.760		Mujeres	16.707	33.171
De 15 a 19 años	Hombres	18.619	Total	De 65 a 69 años	Hombres	13.371	Total
	Mujeres	17.291	35.910		Mujeres	14.850	28.221
De 20 a 24 años	Hombres	21.072	Total	De 70 a 74 años	Hombres	11.159	Total
	Mujeres	19.750	40.822		Mujeres	14.033	25.192
De 25 a 29 años	Hombres	21.043	Total	De 75 a 79 años	Hombres	10.397	Total
	Mujeres	20.023	41.066		Mujeres	13.998	24.395
De 30 a 34 años	Hombres	21.423	Total	De 80 a 84 años	Hombres	9.201	Total
	Mujeres	20.253	41.676		Mujeres	13.267	22.468
De 35 a 39 años	Hombres	23.744	Total	De 85 a 89 años	Hombres	5.223	Total
	Mujeres	22.390	46.134		Mujeres	8.667	13.890
De 40 a 44 años	Mujeres	24.475	Total	De 90 y más años	Mujeres	2.035	Total
	Hombres	23.033	47.508		Hombres	4.391	6.426

En cuanto al municipio de Santiago de Calatrava, como puede observarse en el siguiente gráfico, la evolución de la población ha experimentado un notable descenso desde el año 1996, y además de manera constante:



8.3.12.3.- Actividades socioeconómicas

La provincia de Jaén tiene una superficie total de 1.348.327 ha, de las cuales presenta cultivadas 710.616 ha, el 53% de esta superficie. Más de la mitad de la superficie provincial se haya cultivada.

El mayor porcentaje en la distribución de los aprovechamientos corresponde a los cultivos leñosos, compuesto fundamentalmente por olivar, con un porcentaje que corresponde al 43%, ocupando incluso más superficie que los terrenos forestales a los que corresponde un 31% de la superficie.

La estructura industrial de Jaén, se caracteriza por concentrarse en sectores calificados por la OCDE como tradicionales, es decir, con una baja elasticidad renta de la demanda, un bajo nivel tecnológico y, por tanto, unos bajos niveles de productividad.

En cuanto al desarrollo socioeconómico del municipio de Santiago de Calatrava cabe destacar lo siguiente:

- Gran peso en la economía local de la agricultura
- Existe diversificación del sector agrícola.
- Equilibrio demográfico

8.4.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

8.4.1.- Medio físico

8.4.1.1.- Aire y ruido

Los niveles de contaminación actuales se verán incrementados con toda probabilidad durante la fase de construcción.

En fase de construcción los impactos previstos radican principalmente en la contaminación por polvo. Con motivo de los movimientos de tierras, transporte de materiales, excavaciones y erosión eólica que pueden ocasionar niveles de inmisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables, lo que provocará una pérdida de la calidad del aire en la zona de obra.

Esta pérdida se verá incrementada por el aumento de las emisiones procedentes de los motores de la maquinaria, si bien su contribución al efecto total es menos significativa que la anterior.

Será zonas especialmente conflictivas dentro del ámbito de estudio las que se encuentran próximas a zonas de interés ecológico o zonas de asentamientos humanos.

Los impactos producidos durante la fase de explotación radican en el incremento en los niveles de inmisión producidos por las emisiones (partículas y gases) provenientes de la circulación de vehículos (combustión). Este aumento sólo podría valorarse cuantitativamente, de una manera exacta, realizando mediciones “in situ” durante la explotación. Por ello, en esta fase el impacto sólo será valorado cualitativamente.

8.4.1.2.- Geología y geotecnia

La actuación susceptible de producir un mayor impacto durante la realización de las obras será la ejecución de terraplenes, ya que supondrán un incremento de los materiales en disposición de ser arrastrados por escorrentía. En caso de los desmontes, estos efectos serán menores al estar constituidos por sustratos más compactos de mayor estabilidad.

Estas afecciones tendrán lugar principalmente durante la fase de obras, corrigiéndose en fase de servicio mediante la adopción de las medidas necesarias (plantaciones, drenaje, etc.), por lo que se considera un ***impacto moderado***.

8.4.1.3.- Edafología

Los principales efectos sobre este elemento del medio son los siguientes:

- Contaminación por mantenimiento de maquinaria

El vertido de sustancias contaminantes químicas, sólidas o gaseosas durante la fase de obra, puede tener incidencia a lo largo de todo el trazado, provocando la contaminación por acumulación de contaminantes, ya sea por vía hidrológica o por vía atmosférica. Cabe señalar como zonas ñas propensas a este tipo de contaminación, las correspondientes a instalaciones auxiliares, en las cuales se prevé realizar las tareas de mantenimiento de maquinaria. **Impacto moderado.**

- Destrucción del suelo por ocupación del terreno

La mayor parte del suelo ocupado por el trazado corresponde a cultivos y eriales, además la superficie a ocupar será mínima, dado que se trata de un acondicionamiento, por lo que el **impacto** ocasionado se considera **compatible**, ya que puede ser minimizado mediante una adecuada gestión de la tierra vegetal (retirada, acopio, mantenimiento y extendido)

- Compactación del suelo en fase de obras

Las superficies que soporten temporalmente depósitos de materiales, tránsito y paro de la maquinaria, sufrirán una compactación del suelo, alterando la estructura del mismo y modificando la permeabilidad y aireación, así como la destrucción de los horizontes superficiales.

Esta alteración incide muy negativamente sobre la capacidad del suelo para el desarrollo vegetal, y aunque es puntual, tendrá un **impacto moderado** en esta fase del Proyecto.

- Pérdida de calidad de los suelos del entorno

En fase de explotación, los humos y metales pesados emitidos por el tráfico de manera constante, se depositan en los terrenos cercanos, contaminando los úselos en el entorno de la vía. Este efecto tendrá un **carácter compatible**, puesto que ya existía antes de realizar la actuación.

8.4.1.4.- Hidrología

La importancia de los efectos sobre las aguas se debe, principalmente, a que rara vez son locales, es decir, no se circunscriben a la zona concreta donde se producen, sino que pueden llegar a transmitirse a zonas muy alejadas (por ejemplo, en el caso de un acuífero).

Los efectos sobre las aguas, desde un punto de vista físico (sobre los caudales, régimen de circulación, etc.), se pueden resumir en:

- Modificación del régimen de circulación de las aguas superficiales

Acciones como los movimientos de tierra ocasionan un efecto negativo sobre los cursos de agua superficiales, dado que su régimen de circulación puede quedar modificado o incluso interrumpido para permitir la actuación.

La magnitud de la alteración dependerá del número de cauces interceptados, de la categoría de los mismos y de la duración de la alteración

- Alteraciones en el régimen de las aguas subterráneas

Las acciones del Proyecto susceptibles de general impacto en la hidrología subterránea, se centran en la construcción y asfaltado, así como los posibles vertidos accidentales.

Puesto que son actuaciones puntuales, se puede considerar, globalmente, que el **impacto** es **compatible**.

8.4.1.5.- Vegetación

La actuación a realizar exige llevar a cabo un desbroce y despeje de la vegetación existente. En este caso, se verán afectados algunos ejemplares de *Populus nigra*, pertenecientes a la ribera del Arroyo del Salado, en los siguientes puntos kilométricos:

- Zona inicio marco: p.k. 2+300
- Zona final marco: p.k. 2+320

El **impacto** será **moderado**

8.4.1.6.- Fauna

Los impactos más significativos durante la fase de construcción serán los movimientos de maquinaria, despeje y desbroce, pistas de acceso a obra y movimiento de tierras.. Las principales afecciones derivadas de estas acciones pueden resumirse en:

- Destrucción o alteración de hábitats

Los trabajos de construcción (desbroce y despeje, movimientos de tierras, transporte y descarga de materiales, etc.) supondrán la eliminación de la vegetación del área a ocupar así como de la fauna asociada a la misma, fundamentalmente de aquella con baja movilidad, reptiles y anfibios (algunos podrán reconstruir sus dominios vitales en zonas próximas), ya que las especies con capacidad de desplazamiento (avifauna) podrán establecerse en otras áreas. Este **impacto** se considera **compatible**, dado que la vía ya existe y sólo se trata de una mejora, por lo que el terreno a ocupar no es hábitat importante para la fauna.

- Ruido

El ruido ocasionado por los vehículos durante el movimiento de tierras y maquinaria provocará en los vertebrados una reacción inmediata de huida, si bien una parte de los ruidos regulares serán compensados en ciertas especies por la habitación. **Impacto compatible.**

- Efecto barrera

La franja de ocupación implica un efecto barrera sobre la fauna terrestre, interceptando corredores faunísticos con los que se limitan las migraciones o pueden aislarse o dividirse poblaciones de interés.

En este caso, como ya existe la carretera, no se producirá un efecto barrera adicional.

Por lo tanto, el **impacto** del trazado se considera **compatible**.

8.4.1.7.- Paisaje

Puesto que el paisaje abarca a todos los elementos del medio (físico, biológico, etc.) así como las relaciones ecológicas que se establecen entre sus componentes, es evidente que cualquier alteración ya descrita que se produzca entre ellos significará una mayor o menor afección paisajística.

La presencia de la infraestructura puede entenderse como un elemento perturbador ajeno al paisaje, en el que con solo la presencia de formaciones vegetales podría camuflarse la misma. El **impacto** global puede considerarse **compatible**.

8.4.2.- Patrimonio cultural

La definición y evaluación del impacto arqueológico se ha fundamentado en el análisis del tipo de obra y su relación e incidencia sobre el inventario elaborado previamente. Las actividades que supondrán un impacto sobre el medio son de varios tipos:

- Desbroces superficiales.
- Construcción de terraplenes.
- Construcción de estructuras.
- Préstamos y vertederos.
- Reposición de caminos.

Aun así, la actuación el proyecto no presenta incidencias o afecciones sobre los elementos de interés cultural (arqueológicos, históricos o etnológicos), sin embargo se recomienda llevar a cabo un control y seguimiento de cualquier actuación que pudiera afectarle. ***Impacto moderado***

8.4.3.- Medio socioeconómico

8.4.3.1.- Sistema demográfico

- Dinamismo económico temporal

La fase de construcción de la obra va a generar puestos de trabajo susceptibles de ser ocupados por la población demandante de empleo en este sector. La aparición de nuevos establecimientos y la dinamización del turismo también pueden ser fuente de nuevos puestos de trabajo. Ello se traduce en un ***impacto positivo***.

8.4.3.2.- Sistema territorial

- Corte de carreteras y caminos de servicios.

La ocupación de terrenos durante la fase de obra, constituye un efecto negativo, por alterar la permeabilidad transversal de personas, vehículos y animales. Este ***impacto*** se considera ***compatible***

- Alteración de redes de distribución de electricidad, agua y telefonía.

Durante la fase de construcción estas redes se verán afectadas, provocándose cortes de las mismas. Este ***impacto*** es ***moderado***.

8.4.3.3.- Sistema económico

La ejecución de los trabajos implica una serie de trabajos que ocasionarán un incremento en la demanda de mano de obra, parte de estos puestos serán cubiertos por trabajadores locales, lo que se traduce en un ***impacto positivo***.

8.5.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

El trazado genera una serie de impactos ya descritos y evaluados, que pueden ser disminuidos mediante la adopción de diversas medidas, que según el momento de su aplicación serán preventivas (si poseen carácter cautelar), o correctoras (si pretenden eliminar o paliar las consecuencias de un impacto ya generado).

8.5.1.- Medio físico

8.5.1.1.- Aire y ruido

Para reducir las emisiones de polvo y partículas en suspensión, se procederá al riego periódico de la plataforma y en caminos de obra.

En cuanto al riego de las superficies por las que tienen lugar el movimiento de maquinaria, se deben realizar al menos dos veces al día tanto que se esté ejecutando el movimiento de tierras, a razón de 8 l/m², es decir 4 l/m² cada riego.

Estos riegos tendrán lugar por la mañana y a mediodía y podrán ser más frecuentes en la época de sequía, compensando con los que pudieran no realizarse en la época más húmeda.

El transporte de materiales sueltos se realizará en camiones cubiertos por lonas o entoldados.

Así mismo, se efectuará la correcta puesta a punto de los motores de la maquinaria, con el fin de reducir las emisiones de gases de escape, para lo cual se habrán de respetar los plazos de revisión ITV.

Se tenderá a utilizar maquinaria con la tecnología más avanzada, para minimizar los niveles de emisión. En todo momento, el conjunto de maquinaria que se esté utilizando en las obras deberá cumplir la normativa vigente en relación a la emisión de gases. A este respecto, se tendrá como horizonte a conseguir y guía de trabajo lo establecido en la conocida como Directiva de Máquinas, aprobada por la Unión Europea.

8.5.1.2.- Edafología

Se evitarán verter residuos de forma incontrolada, para ello durante la fase de construcción se pondrán contenedores para albergarlos y se gestionarán adecuadamente.

Se recogerán los aceites y combustibles de los vehículos y maquinaria, llevándose a zonas específicas sin riesgo de contaminación para su posterior tratamiento por un gestor autorizado. Se establecerá un sistema de emergencia ante situaciones de vertidos graves por accidente.

La compactación del suelo es previsible debida sobre todo al paso de maquinaria y depósito de materiales durante la fase de construcción, por ello la medida correctora propuesta es la realización de un paso de grada.

Para minimizar la afección producida por los caminos de acceso a la obra, se aprovechará como pasos, en la mayor medida posible, la superficie a ocupar por la traza y los caminos existentes.

8.5.1.3.- Hidrología

Se evitará la ocupación de cauces, vaguadas y ramblas.

No se concentrarán varios cauces en una sola obra de drenaje, debiéndose construir un drenaje por cada cauce.

Las operaciones capaces de introducir contaminación en el sistema hidrológico, como hormigonado, montaje de elementos, excavación, etc., se deberán realizar lo más rápidamente posible y bajo una vigilancia estricta de normas de seguridad que eviten la afección a los cursos de agua. Serán instalaciones impermeabilizadas y se situarán fuera de las zonas hidrológicamente más sensibles, de modo que no afecten a la calidad ni a la libre circulación de las aguas superficiales ni freáticas.

Los aceites y demás fluidos procedentes de la reparación y mantenimiento de la maquinaria deberán gestionarse de acuerdo con la legislación vigente, prohibiéndose su vertido directo al terreno o a los cursos de agua.

Se colocarán barreras de retención de sedimentos, balsas de decantación, zanjas de infiltración, etc., para evitar el arrastre de tierras.

Los caminos existentes que vayan a ser utilizados se rehabilitarán para que puedan soportar el tráfico y la maquinaria que transitará por ellos.

8.5.1.4.- Vegetación

Con anterioridad al desbroce se jalonará la zona estricta de ocupación de trazado así como los caminos de obra y resto de instalaciones auxiliares.

Se retirará la capa de suelo fértil para su utilización en la restauración acopiándola convenientemente, en caballones de 1,5 m de altura; protegiéndola de posibles arrastres y tratándola convenientemente para que no pierda su calidad original.

Se realizará una revegetación mediante hidrosiembra y plantaciones con especies autóctonas para restaurar en lo posible el medio, cuyo objetivo final será evitar la erosión. La elección de especies queda reflejada en el *Apéndice 1.- “Revegetación”*.

De otra parte, aquellos ejemplares que no vayan a ser derribados y afectados por las obras, pero que por su cercanía a las mismas o a los accesos puedan verse afectados, se delimitarán mediante cinta balizadora en todo su perímetro.

8.5.1.5.- Fauna

Dado que la fauna está ligada ineludiblemente a la cubierta vegetal presente, todas las medidas correctoras referentes a la vegetación son aplicables a la fauna.

Se evitarán los trabajos nocturnos, para no generar contaminación acústica ni lumínica.

8.5.1.6.- Paisaje

Se aplicarán tratamientos de integración y restauración paisajística que ayudarán a minimizar el impacto visual generado por la carretera (plantación autóctona, recogida de residuos y escombros, etc.). Ver *Apéndice 1 “Revegetación”*.

8.5.1.7.-Patrimonio cultural

Se prevé la presencia constante de un arqueólogo a pie de obra durante los trabajos de movimiento de tierras durante las obras (caminos, pistas, zonas de vertidos o extracción de áridos, instalaciones auxiliares, etc).

Puesto que no es posible la realización de sondeos arqueológicos en la zona, en el caso de producirse hallazgos arqueológicos en el curso de las obras, se comunicará inmediatamente a la Dirección General de Patrimonio Cultural, la cual determinará las medidas pertinentes.

8.5.2.- Medio socioeconómico

8.5.2.1.- Sistema demográfico

Para reducir las emisiones de polvo o partículas en suspensión se procederá al riego periódico de la plataforma y en caminos de obra.

El transporte de materiales sueltos se realizará en camiones cubiertos por lonas.

8.5.2.2.- Sistema territorial

Durante la fase de construcción se incluirán señalizaciones y balizamientos provisionales por obras que garantizarán la seguridad de las mismas.

Se mantendrá permanente en servicio un carril adicional que garantice la permeabilidad territorial y continuidad de los servicios existentes. Se identificarán los servicios afectados para su posterior reposición.

8.6.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El presente Programa tiene por objetivo analizar los diferentes aspectos, relacionados con la protección del Medio Ambiente, relativos a la ejecución de las obras, así como su explotación.

Con las medidas ambientales que se proponen en el presente documento, se definen criterios y directrices que, además de cumplir con la legislación vigente, minimizarán las afecciones causadas sobre el entorno natural y social del ámbito de actuación.

8.6.1.- Objetivos

- Control ambiental de la obra. Será realizado por un técnico especialista (licenciado en Ciencias Ambientales o Biología), que hará cumplir todas las indicaciones que se realizan en el Proyecto para minimizar los efectos de la obra, como retirada de la tierra vegetal, riego de los caminos, etc.
- Establecimiento y control de indicadores ambientales, a través de los cuales se comprobará el grado de alteración del medio.

Por lo tanto se ha optado por clasificar las actividades de vigilancia programadas según su momento de aplicación a lo largo de los tres periodos en los que se han dividido el desarrollo de las labores de Asistencia Ambiental a la Dirección de Obra:

- Previo a la ejecución de obra.
- Ejecución de obra. Construcción
- Posterior a la ejecución de la obra. Explotación.

8.6.2.- Instrumentos en la fase de obras

8.6.2.1.- Seguimiento y vigilancia del impacto de las emisiones de polvo y de la maquinaria

a) Identificación de fuentes y receptores.

Las fuentes son el movimiento y transporte de tierras y materiales, voladuras, etc., así como la maquinaria de la obra.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Este apartado se debe llevar a cabo realizando visitas periódicas a todas las zonas de las obras donde se localicen las fuentes emisoras, realizándose la inspección de las tareas de la obra y observando el cumplimiento de las medidas correctoras anteriormente descritas.

c) Toma de datos.

Para las emisiones de maquinaria, se realizará un control al comienzo de las obras. Después las inspecciones se realizarán con periodicidad anual, al inicio de cada nuevo periodo de ITV.

Para la toma de datos referentes al polvo, se recomienda emplear medidores direccionales, equipos mediante los que se puede cuantificar el nivel de polvo existente en la atmósfera y la dirección predominante del viento por el que se desplaza.

La toma de datos se llevará a cabo una vez por semana, en las horas en que las emisiones contaminantes estén en plena actividad. La primera toma de datos se realizará antes del comienzo de las obras, para poder realizar comparaciones posteriores.

d) Actuación.

Se llevará a cabo un análisis de los resultados obtenidos, y se realizará una comparación de acuerdo a los límites tolerables de cantidad de sólidos en suspensión en la atmósfera que establece la legislación.

8.6.2.2.- Seguimiento y vigilancia del impacto acústico

a) Identificación de fuentes y receptores.

La principal fuente es móvil, formada por el conjunto de operaciones como el tránsito de vehículos, operaciones de carga – descarga, apertura de nuevos viales y movimiento de tierra.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Se realizarán visitas periódicas a las diferentes zonas de las obras, para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas previamente establecidas.

c) Toma de datos.

Toma de datos con sonómetros integradores de alta precisión una vez por semana, con intervalos de una hora. La primera toma se realizará antes del comienzo de las actividades. Se efectuará un seguimiento especial para las voladuras.

Los niveles sonoros deben estar dentro de lo permitido en la legislación vigente, que indica como límites no superables los 60 dB durante el día y los 50 dB durante la noche.

d) Actuación.

Si el análisis indicase niveles sonoros por encima de lo permitido, se deberán decidir las medidas de ajuste necesarias para disminuirlo (pantallas, modificación de las características de detonación, etc.

8.6.2.3.- Seguimiento y vigilancia del impacto sobre los suelos

a) Identificación de fuentes y receptores.

Las principales fuentes son, por un lado todas aquellas que implican movimiento de tierras y favorecen la erosión, también las que son susceptibles de provocar una compactación del suelo, así como las que pueden generar vertidos, como el cambio de maquinaria, depósito de residuos, etc.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Vigilancia en todos los movimientos de tierras, acopio de tierra vegetal, comprobaciones sobre la adecuada gestión de los residuos y realización de observaciones en las zonas limítrofes de las diferentes obras para detectar posibles cambios o alteraciones no contempladas en el presente estudio.

c) Actuación.

Se estudiarán los cambios detectados en el medio, en caso de que las medidas correctoras no se cumplan o sean insuficientes, se realizará un estudio detallado de la zona afectada, adoptando nuevos diseños que se llevarán a cabo con la mayor celeridad posible.

8.6.2.4.- Seguimiento y vigilancia del impacto sobre las aguas

a) Identificación de fuentes y receptores.

Las fuentes emisoras de contaminación hacia las aguas son varias, desde maquinaria pesada, instalaciones, aguas residuales hasta movimientos de tierra.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Se certificará que se han aplicado las medidas correctoras necesarias para evitar la contaminación del cauce o del acuífero. Habrá que controlar los desechos originados y su depósito en vertederos controlados, así como vigilar los movimientos de tierras, para evitar el desvío y taponamiento de los barrancos.

c) Toma de datos.

Para el control de la calidad del agua será necesaria la medición de las siguientes características mediante una serie de parámetros:

- Físico – químicas: Materiales en suspensión, turbidez, temperatura y pH.
- Químicas: oxígeno disuelto, DBO, DQO, iones más importantes (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio y sodio)

La toma de datos se realizará aguas abajo y aguas arriba para poder evaluar las alteraciones ocasionadas. La periodicidad de las medidas será de tres veces al mes durante la ejecución de las obras.

d) Actuación.

Se analizarán los resultados obtenidos, comparándolos con los niveles permitidos en la legislación, en relación a aguas aptas para la vida piscícola. En el caso de aparición de contaminantes como consecuencia de la obra, se estudiará la posible fuente de emisión de los mismos, y se procederá a aplicar las actuaciones necesarias para eliminar dicha fuente.

8.6.2.5.- Seguimiento y vigilancia de las obras de drenaje y canalización

Se pretende verificar que la afección a los cauces es la menor durante la colocación de estos elementos, comprobar que las obras de paso resultan suficientes para mantener el régimen de circulación de las aguas y que las características hidráulicas del cauce y el lecho son aptas para permitir el paso de fauna.

a) Identificación de fuentes y receptores.

Serán los cursos de agua permanentes o discontinuos, así como las vaguadas donde se proyecte la colocación de obras de drenaje y canalización.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

En caso de verificarse una alteración de los parámetros de control se corregirá el diseño de las obras de paso o canalización cuyas dimensiones se consideran insuficientes y se restaurarán las características físicas y la vegetación de ribera afectada.

c) Toma de datos.

Los parámetros de control serán:

- Dimensiones de la obra respecto a la sección hidráulica del cauce.
- Erosión en la salida de las obras de paso.
- Presencia de vegetación de ribera y afección a la misma.
- Embalsamientos o desbordamientos en las bocas de las obras de paso.
- Afección al cauce y al lecho.
- Acabado y limpieza de las obras.
- Permeabilidad al paso de la fauna.

Las inspecciones se realizarán en todas y cada una de las obras de drenaje y canalización.

d) Actuación.

Durante la fase de ejecución se comprobará que los sistemas proyectados se adecuan a la sección de los cauces, asegurando su continuidad y manteniendo su pendiente longitudinal.

8.6.2.6.- Seguimiento y vigilancia de las afecciones a los acuíferos y a las áreas de recarga

a) Identificación de fuentes y receptores.

Formaciones susceptibles de presentar acuíferos.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Durante la fase de obras se realizarán inspecciones periódicas a fin de comprobar que se mantiene el buen funcionamiento del filtrado y decantación de las aguas residuales generadas por las instalaciones en las balsas de decantación, así como vigilar el adecuado estado de los depósitos de materiales y residuos para evitar posibles lixiviados y posteriores infiltraciones a las aguas subterráneas.

c) Toma de datos.

Se efectuarán inspecciones con periodicidad, análisis de acuíferos y toma de datos piezométricos para comprobar el nivel freático.

d) Actuación.

En caso de localizarse contaminación o afección al acuífero, se localizará la fuente y se aplicarán las medidas oportunas.

8.6.2.7.- Control de la afección a la fauna terrestre y avifauna

a) Identificación de fuentes y receptores.

La fauna existente en la zona y que más puede verse afectada es la avifauna.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Antes de ejecutar los desbroces se realizará un reconocimiento general del terreno a fin de detectar la presencia de nidos de aves, camadas de mamíferos o puestas de anfibios y reptiles.

Habrán restricciones en el calendario de las obras para paliar los efectos sobre la fauna.

Será lugar de inspección toda la zona de obras.

c) Toma de datos.

Los umbrales de alerta estarán determinados por el comportamiento de los individuos y poblaciones de fauna detectadas, que marcarán las operaciones que son compatibles, así como las limitaciones espaciales y temporales.

La periodicidad de las inspecciones generales será trimestral, coincidiendo al menos una de ellas con el periodo más generalizado de reproducción y cría de la fauna (primavera).

d) Actuación.

Si se detectase una disminución de las poblaciones faunísticas se articularán nuevas restricciones espaciales y temporales.

Si se detectasen nidadas, camadas o puestas, las de reptiles y anfibios podrán trasladarse a hábitats similares. Las de aves y mamíferos podrán ser igualmente trasladadas o proceder a su cría asistida.

8.6.2.8.- Gestión de la tierra vegetal

a) Identificación de fuentes y receptores.

Cualquier área de actuación de la obra en la que se vaya a efectuar movimiento de tierras o en la que se vayan a disponer instalaciones auxiliares es susceptible de afectar a su suelo.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Se comprobará que la capa de tierra vegetal extraída posee el grosor adecuado y que queda libre de elementos indeseables.

La tierra se acumulará en caballones de altura no superior a 1,50 m y se efectuará en ellos tareas de mantenimiento.

c) Toma de datos.

Serán parámetros de control:

- Espesor de la capa de tierra vegetal.
- Altura y disposición de los caballones.
- Acabado final (presencia de elementos gruesos y compactación).
- Presencia de rodadas causadas por el paso de maquinaria.

d) Actuación.

Si se observase que la profundidad del suelo es mayor a la esperada, se profundizará más hasta extraer toda la existente.

Si los caballones tuviesen más de 1,5 m de altura, se reordenarán en forma y espacio.

En caso de advertirse, la presencia de elementos gruesos o compactación excesiva en una zona, se procederá a su rastrillado superficial y a una labor de refino.

8.6.2.9.- Control de la ejecución de las siembras e hidrosiembras

a) Identificación de fuentes y receptores.

Se realizará en todas las superficies desnudas que hayan sido afectadas por las obras, taludes, caminos de obra, vertederos, áreas de instalaciones auxiliares, etc.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

Se inspeccionarán los materiales utilizados, comprobando la adecuación de las semillas, abonos y aditivos y se comprobará que las siembras se realizan en todas las superficies en las que está programado.

c) Toma de datos.

Se comprobará el estado de las siembras en la primavera siguiente. Se considerará un valor umbral un grado de cobertura del suelo inferior al 90%.

d) Actuación.

Un grado de cobertura del suelo inferior al 90% en una determinada superficie obligará a la repetición en la misma de la siembra.

8.6.2.10.- Control de la protección del patrimonio arqueológico – paleontológico

a) Identificación de fuentes y receptores.

Posibles hallazgos durante el movimiento de tierras.

b) Verificación del cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

El arqueólogo situado a pie de obra permanentemente, se encargará de vigilar y supervisar posibles hallazgos.

c) Actuación.

Si se hallasen restos de valor, se paralizarán las obras y se contactará con las autoridades pertinentes.

8.6.3.- Instrumentos en la fase de servicio

8.6.3.1.- Evolución de la calidad de las aguas superficiales

Para comprobar la efectividad de las medidas correctoras propuestas, se ejecutarán en los dos años siguientes a la finalización de las obra, los siguientes análisis:

- Físico – químicos: materiales en suspensión, turbidez, temperatura y pH.

- Químicos: oxígeno disuelto, DBO, DQO, iones más importantes (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio y sodio).

Estos análisis se realizarán trimestralmente.

8.6.3.2.- Utilización de los drenajes

El objetivo es comprobar si la fauna está utilizando las estructuras como pasos. Para ello se controlará la presencia/ausencia de huellas, deyecciones e incluso atropellos de animales.

8.6.3.3.- Evolución de siembras e hidrosiembras

Se analizarán si se cumplen los objetivos estéticos y antierosivos comprobándose, además, si se han producido arrastres de tierra extendida, para la cual se controlará la presencia de rodales sin cubierta herbácea.

Las inspecciones de la cubierta vegetal se harán en cada estación, durante los dos años siguientes a la finalización de las obras.

Tras estudiar deficiencias y causas se redactarán sucesivos Proyectos de revegetación para subsanar las mismas mediante nuevo extendido de tierra o siembras, así como nuevas operaciones de mantenimiento.

8.6.4.- Documentación del seguimiento y vigilancia de la obra

Para completar el seguimiento y vigilancia ambiental, se preparará la siguiente documentación:

- A. Informe inicial: En él se recogerán todos aquellos estudios, muestreos, análisis efectuados de forma previa al inicio de las obras.
- B. Informes ordinarios mensuales que deberán concretar los siguientes aspectos:
 - Determinación del nivel de actividad y de impacto.
 - Definición de su localización.
 - Determinación de su duración.
 - Correlación de datos de actividades e impactos.
 - Eficacia observada de las medidas realizadas.
 - Elaboración de un plan de respuesta a las tendencias detectadas.
- C. Informes extraordinarios. Se emitirán cuando se produzcan incidencias que obliguen a una actuación inmediata.
- D. Informe final. En este informe se incluirá un resumen de todos los aspectos e incidencias planteados en el Plan de Vigilancia Ambiental.

APÉNDICE 1,- REVEGETACIÓN

APÉNDICE 1.- REVEGETACIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La revegetación es la última actuación que se realiza en cualquier proceso de adecuación ambiental, y se entiende como el conjunto de acciones encaminadas a la reimplantación de la cubierta vegetal en todas aquellas zonas afectadas por el desarrollo del proyecto de la carretera.

Los objetivos a conseguir con la implantación de la vegetación son los siguientes:

- Conseguir la protección del suelo y de las aguas afectadas por la construcción de la infraestructura y estabilizar las áreas directamente afectadas por medio de material vegetal.
- Aumentar el grado de seguridad vial y reducir el efecto de agentes atmosféricos (viento, lluvia y nieve).
- Disminuir el impacto visual y ruido (ocultación de vistas no deseadas).
- Conseguir la integración paisajística de las obras del trazado.
- Lograr el mayor grado de automantenimiento de las obras de restauración.

El establecimiento de las plantas en un terreno determinado está subordinado a la interacción de diversos factores topográficos, climáticos y edáficos. Estos factores ambientales actúan de forma compleja y simultánea definiendo el hábitat.

Las condiciones serán:

CLIMA: el conocimiento del régimen hídrico y de las temperaturas es necesario para la elección de especies a utilizar en la restauración, así como para definir y reducir las labores posteriores de mantenimiento (riegos, puesta en luz, etc.)

SUELO: tras la ejecución del proyecto es necesario analizar los suelos de las zonas llanas, los desmontes y terraplenes donde se emplazará la vegetación para conocer las enmiendas a realizar sobre los mismos y seleccionar las especies a instaurar. Cuando las pendientes de los taludes lo permiten es conveniente cubrir dichas áreas con tierra vegetal, que faciliten la instalación y desarrollo de las plantas.

Debido a la escasez y dificultad para obtener este material, se debe retirar y almacenar convenientemente, para su correcta conservación, el procedente de los horizontes superficiales de los terrenos de obra. Posteriormente se procederá a su extendido sobre los terraplenes terminados y contribuir así a una mejora del suelo.

FISIOGRAFÍA: los taludes se diseñarán en función de los elementos de seguridad y paisajísticos de cada lugar.

La pendiente, con relación a la disponibilidad hídrica, delimita tres áreas fundamentales de intervención.

- Taludes en desmonte y terraplén, donde hay problemas hídricos para la instalación de vegetación arbórea. Se recomienda la revegetación con herbáceas y matorrales.
- Áreas llanas, que recogen las precipitaciones más los aportes de los taludes que vierten sobre ellas. No presentan problemas para la vegetación arbustiva y arbórea.
- Pie de talud: que recibe el agua de la parte superior y son susceptibles de repoblarse con arbustos y arbolado.

VEGETACIÓN: la vegetación natural del entorno contribuirá a la elección de especies apropiadas para conseguir un máximo recubrimiento y mínimo coste de mantenimiento posterior. El estudio de la vegetación potencial permite diseñar la mezcla de especies de los diferentes estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo, que pueden contribuir a una más rápida evolución y por lo tanto a la integración paisajística.

2.- ACTUACIONES A DESARROLLAR: PLAN DE GESTIÓN DE TIERRA VEGETAL

2.1.- Tareas previas

2.1.1.- Acopio de tierra vegetal

Se retirará la capa de suelo fértil para su utilización y se acopiará convenientemente, en zonas específicas y en caballones de 1,5 m de altura; protegiéndola de posibles arrastres y tratándola para que no pierda su calidad original. Posteriormente se extenderá una capa de 0,20 sobre todas las superficies a revegetar (desmontes, terraplenes, enlaces...).

2.1.2.- Selección de especies vegetales

Se ha tenido en cuenta, fundamentalmente la funcionalidad de las mismas y la satisfacción de las demandas exigidas, intentando que sean autóctonas de la zona de actuación, para conseguir no solamente una adecuada integración paisajística, sino, además, una perfecta adaptación al medio de cada una de ellas. En la elección de estas especies también se ha tenido en cuenta que fuesen dentro de lo posible de fácil implantación, con capacidad protectora del suelo y de desarrollo no demasiado lento.

2.2.- Actuaciones geométricas

La forma final de los taludes en desmonte y terraplén es importante en relación a lograr su integración en el entorno de la actuación.

Como normas generales, se aplicarán las siguientes:

- Evitar morfologías planas o de aspecto artificial, tendiendo a formas redondeadas.
- Evitar aristas vivas en los bordes de los desmontes y terraplenes, procurando matar las aristas (en especial en los bordes superiores), tendiendo a dejarlas redondeadas con cambios de pendiente graduales.
- La superficie del talud deberá ser lo más rugosa posible, sin perder su estabilidad. De esta manera, la revegetación natural y artificial será más fácil.
- Se evitará dejar líneas rectas paralelas producidas por los dientes de las palas que al poco tiempo puedan convertirse en cárcavas.

2.3.- Trabajos de ejecución

2.3.1.- Hidrosiembra

Se aplicarán en los desmontes. El tratamiento comprende la aplicación de una hidrosiembra de doble pase compuesta por especies herbáceas, gramíneas y leguminosas autóctonas. La época ideal de siembra es finales del verano o comienzos de otoño.

Elementos componentes de la hidrosiembra:

<u>1^{er} pase</u>	
- Semillas	22 g/m ²
- Agua	2 l/m ²
- Polímero absorbente	2 g/m ²
- Estabilizante arcillo-húmico	80 g/m ²
- Mulch fibra corta	90 g/m ²
- Abono complejo lenta liberación	60 g/m ²
- Corrector orgánico líquido	2 cc/m ²

2º pase

- Agua 2 l/m²
- Estabilizante arcillo-húmico 40 g/m²
- Mulch fibra corta 50 g/m²

La hidrosiembra se realizará con una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas que se presentan en el entorno de la carretera, además de ser especies de germinación muy rápida, aportan no sólo gran capacidad de enraizamiento, sino que ayudan también a la evolución del suelo.

Las gramíneas presentan un crecimiento rápido, baja exigencia de fertilidad del sustrato y alta capacidad de perfil. Contribuyen para la sustentabilidad del sistema a través del ofrecimiento de materia orgánica, debido a su gran capacidad de producción de material vegetativo.

Las leguminosas presentan alta capacidad reproductiva, baja exigencia en fertilidad y mejoran las características del sustrato a través de la fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Debido a las características de desarrollo del sistema radicular favorecen la captación y el reciclado de nutrientes presentes en las capas más profundas.

2.3.2.- Plantaciones

Se utilizarán especies arbustivas, autóctonas propias del territorio, cuyas características aseguren la viabilidad de la planta.

Se presentarán en contenedor o maceta, de entre 10 y 100 cm de altura. Se plantarán manualmente en hoyos de 40 x 40 x 40, tapado del hoyo, con realización de alcorque, abonado y riego de implantación aportando 15 l de agua.

En suelos muy pobres es conveniente aplicar algún fertilizante en los hoyos de las plantas. Ha de evitarse la mala práctica de colocarlo en el fondo del hoyo, ya que no deben contactar directamente con las raíces, es mejor mezclarlos con tierra de relleno. Las dosis oscilan entre 1 y 5 kg según necesidades.

Especie	Tamaño	Soporte
<i>Retama sphaerocarpa</i>	40 – 60 cm	Contenedor
<i>Rosmarinus officinalis</i>	30 – 40 cm	Contenedor
<i>Quercus coccifera</i>	40 – 60 cm	Maceta
<i>Tamarix africana</i>	40 – 60 cm	Maceta
<i>Populus nigra</i>	180 cm	Raíz desnuda

La distribución será en grupos o bosquetes pluriespecíficos distribuidos al azar.

En consecuencia, la utilización de las especies que se mencionan será de la siguiente forma:

Zona	Especie
Terraplenes	<i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Tamarix africana</i>
Desmontes	<i>Hidrosiembra</i>
Zona p.k. 2+300 a 2+320 (marco)	<i>Populus nigra</i>

Las épocas ideales de plantación son aquellas en las que las condiciones ambientales favorecen el desarrollo. La época más recomendable para la realización de las plantaciones, en general, se estima a comienzos de otoño o finales de verano, como alternativa también podrían realizarse durante el comienzo de la primavera.

El factor determinante para las plantaciones será el extendido de tierra vegetal, previo a las plantaciones, y la presencia de humedad edáfica suficiente.

2.3.3.- Trabajos de conservación y mantenimiento

- Riegos de hidrosiembras y plantaciones:

En sus estadíos iniciales se estima conveniente el aporte de agua para un mejor crecimiento. El primer riego debe realizarse justo después del abonado para que suministre a la planta las condiciones ideales de absorción radicular de las bases de cambio suministradas en dicho abonado.

Además se aplicarán riegos en la época climática más desfavorable, es decir, durante la sequía estival, desde finales de mayo hasta mediados de septiembre.

Se tratará de minimizar las pérdidas, por lo que los riegos deberán efectuarse en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde, evitando los días de fuertes vientos y los posibles días de precipitaciones.

En la tabla se muestra una estimación de los riegos a realizar con la cantidad de agua necesaria según el tipo de planta:

Elementos	l agua/ud	Riegos 1 ^{er} año	Riegos 2 ^o año	Total l de agua
S. Hidrosembradas	4 l/m ²	5	3	32 l
Arbustos	15 l	5	3	120 l
Árboles	20 l	5	3	160 l

- Abonado de siembras y plantaciones:

El abonado aporta elementos nutritivos a las plantas, posibilitando así su desarrollo y facilitando la adaptación a su lugar de plantación desde su posición ideal de producción en vivero.

Dichos abonados, para que sean eficaces deben ejercerse antes de un riego, que posibilite la absorción de las sales aportadas e impida someter a la planta a un stress hídrico innecesario. Se propone realizar el abonado con abono granulado de riqueza NPK 15:15:15 para las especies plantadas, y abono soluble de lenta liberación para las hidrosembradas. Aprovechando la dosificación del abono, se realizará la escarda, limpieza y restitución del alcorque adecuadamente y enterrando el propio abono.

Se ofrecen a continuación las dosis estimadas del abono mencionado:

Elementos	Dosis de abono	Abono 1 ^{er} año	Abono 2 año	Total g abono
S. Hidrosembradas	50 g/m ²	1	1	100
Arbustos	20 g/hoyo	1	1	40
Árboles	40 g/hoyo	1	1	80

- Escardas y limpieza de plantaciones:

Están indicadas para remover el terreno, romper su compactación y airearlo. La adecuación estética del entorno de la carretera eliminando las partes secas y la competencia de aquellas especies colonizadoras que pudieran haber invadido las zonas de actuación del proyecto, y la seguridad del entorno de la carretera, retirando los restos vegetales secos evitando así, posibles incendios.

- Siega de superficies hidrosembradas:

Durante el segundo año, se realizará una siega de estas superficies, antes del verano, para la regeneración de masa vegetal y la reducción de incendio.

3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE LA RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

3.1.- Terraplenes

Serán tratados mediante la plantación de las siguientes especies:

Especie	Marco de plantación
<i>Retama sphaerocarpa</i>	0,15 ud/m ²
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,15 ud/m ²
<i>Quercus coccifera</i>	0,15 ud/m ²
<i>Tamarix africana</i>	0,10 ud/m ²

3.2.- Zonar p.k. 3+200 – 3+220, (marco)

Es necesaria la expropiación de esta zona, puesto que hay que realizar diversos caminos de obra. En lugar de parcial, la expropiación será total, y se procederá a realizar una reforestación de toda la zona, mediante la plantación de chopos (*Populus nigra*) a razón de 0,02 ud/m², como medida compensatoria por los ejemplares de esta especie que pudieran verse afectados durante las obras.