



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL CANTÁBRICO, O.A.

TIPO: PROYECTO	CLAVE: 01.490.0201/2111
	REF. CRONOLÓGICA: 03/21

TÍTULO BÁSICO: DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)
--

PROVINCIA: ASTURIAS	CLAVE: 33
TÉRMINO MUNICIPAL: VILLAVICIOSA	CLAVE: 33076

TOMO 1 DE 4
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS (1 a 8)

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	4.117.094,75 €
I.VA (21%):	864.589,90 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN:	4.981.684,65 €
DIRECTOR DEL PROYECTO:	D. JORGE A. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
AUTOR DEL PROYECTO:	D. TOMÁS RODRÍGUEZ GARCÍA
CONSULTOR:	

TOMO 1 DE 4

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

- Anejo nº1.-Resumen de características generales del proyecto
- Anejo nº2.- Estudio de alternativas
- Anejo nº3.- Cartografía y topografía
- Anejo nº4.- Geología y geotecnia
- Anejo nº5.- Climatología-Hidrología
- Anejo nº6.- Estudio Hidráulico
- Anejo nº7.- Replanteo
- Anejo nº8.- Cálculo de escolleras

TOMO 2 DE 4

- Anejo nº9.- Cálculo de estructuras
- Anejo nº10.- Vegetación y elección de especies
- Anejo nº11.- Parcelario, bienes y derechos afectados
- Anejo nº12.- Servicios afectados
- Anejo nº13.- Plan de Obra
- Anejo nº14.- Gestión de Residuos
- Anejo nº15.- Justificación de Precios
- Anejo nº16.- Documentación ambiental
- Anejo nº17.- Reportaje fotográfico
- Anejo nº18.- Clasificación del contratista
- Anejo nº19.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración

TOMO 3 DE 4

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

TOMO 4 DE 4

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 1
MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	OBJETO DEL PROYECTO	2
3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	3
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	4
4.1.	CAUCE DE RECEPCIÓN PRINCIPAL NATURALIZADO	4
4.2.	ACONDICIONAMIENTO ENTRE LA AUTOVÍA A-8 Y N-632	17
4.3.	TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EXISTENTE	19
4.4.	BIOESTABILIZACIÓN DE TALUDES.....	19
4.4.1.	GESTIÓN DE TIERRA VEGETAL	19
4.4.2.	EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL.....	20
4.4.3.	HIDROSIEMBRA DE TALUDES	20
4.4.4.	EXTENDIDO DE MANTA ORGÁNICA.....	20
4.4.5.	ESTAQUILLADO	21
4.5.	RENATURALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN	21
4.5.1.	PLANTACIONES.....	21
4.5.2.	RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL	23
4.6.	AUMENTO DE LA LAMINACIÓN DE LA RED DE DRENAJE NATURAL	23
4.6.1.	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA FLUVIAL DEL ARROYO DE LAS CALLEJAS	23
4.6.2.	MEJORA DE LA CONECTIVIDAD.....	24
5.	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	24
6.	ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO	25
7.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	26
7.1.	CLIMATOLOGÍA	26
7.2.	HIDROLOGÍA.....	26
8.	ESTUDIO HIDRÁULICO	28
8.1.	CAUCE RECEPTOR NATURALIZADO.....	28
8.2.	COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632 BAJO A-8.....	28
8.3.	PUNTO DE VERTIDO NORTE N-632 (ARROYO DE LAS CALLEJAS).....	28
9.	REPLANTEO	29
10.	CÁLCULO DE ESCOLLERAS.....	29
10.1.	DIMENSIONAMIENTO DE LA ESCOLLERA	29
10.2.	GRANULOMETRÍA DEL MANTO DE ESCOLLERA DE DISEÑO	30
10.3.	GEOMETRÍA DE LA ESCOLLERA	30
11.	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS.....	31

12.	VEGETACIÓN Y ELECCIÓN DE ESPECIES	31
13.	PARCELARIO, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	31
14.	SERVICIOS AFECTADOS	31
15.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	32
16.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	32
17.	DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL	33
18.	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	33
19.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	33
20.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	34
21.	CÓDIGO CPV DEL CONTRATO	34
22.	FORMA DE ADJUDICACIÓN.....	35
23.	PRESUPUESTO.....	35
24.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	35
25.	EQUIPO REDACTOR.....	36
26.	DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO	36
27.	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA Y CONCLUSIÓN	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tramificación del cauce receptor naturalizado.....	5
Tabla 2.	Características de las estacas y estaquillas.	21
Tabla 3	Superficie de las diferentes plantaciones del proyecto	21
Tabla 4.	Selección de especies para la plantación de especies Tipo 2.....	22
Tabla 5.	Selección de especies para la plantación de especies Tipo 1.....	22
Tabla 6.	Caudales punta empleados.....	28
Tabla 7.	Valores máximos alcanzados aguas arriba de los colectores modelizados. Punto de vertido norte.....	29
Tabla 8.	Obras de drenaje.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Municipio de Villaviciosa.	3
Figura 2.	Sección tipo cauce receptor naturalizado. Tramo abierto.....	5
Figura 3.	Zona de inicio del tramo receptor.....	6
Figura 4.	Zona del cauce receptor de cambio de sección en la base del mismo (p.k. 0+740 a p.k. 0+780).	7

Figura 5. Fuente El Pedregal a la altura del P.K 0+920.....	8
Figura 6. Vial junto al depósito.	9
Figura 7. Sección tipo marco con entibación.	10
Figura 8. Sección tipo marco con AS-330.....	11
Figura 9. Zona de cruce con AS-330.	12
Figura 10. Zona de alivio a los conductos de 1800 mm hacia la N-632 (planta).	13
Figura 11. Zona de alivio a los conductos de 1800 mm hacia la N-632 (alzado, sección tipo).	14
Figura 12. Tramo final de cauce receptor.	14
Figura 13. Camino de salida hacia la A-8 desde el cauce receptor.....	15
Figura 14. Conducción de 1800 mm desde cauce receptor hacia la ría por N-632.	16
Figura 15. Localización del elemento de drenaje en el cauce a sustituir (0,4m x 0,2m).	17
Figura 16. Situación actual en el entorno del vertido norte.....	18
Figura 17. Mota de 1,5 m proyectado bordeando la parcela actual.....	18
Figura 18. Zona de laminación junto a N-632. Cuenca de infiltración.	19
Figura 19 Sección tipo de las barreras filtrantes del proyecto	24
Figura 20. Cuencas de aportación estimadas en el diseño.	27

1. ANTECEDENTES

En el marco del contrato de servicios: **IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL Y DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO ORIENTAL. FASE 1. REVISIÓN DE LA EPRI Y MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN (CLAVE/REF.: 01.499-0086/0411)**, que EPTISA resulto adjudicataria, se incluyen el desarrollo de diversas tareas. Una de las tareas incluidas es la redacción de 5 proyectos de infraestructuras verdes y restauración fluvial recogidos en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

En el PGRI de la Demarcación Hidrográfica Occidental, y muy particularmente en su Anejo nº 2. Descripción del programa de medidas, se relacionan una serie de medidas, a saber:

- Medidas de prevención de inundaciones.
- Medidas de protección frente a inundaciones.
- Medidas de preparación ante inundaciones.
- Medidas de recuperación y revisión tras inundaciones

En el marco de las medidas de protección frente a inundaciones, figuran entre otras las medidas 14.03.02 denominada "*Medidas estructurales (encauzamientos, motas, diques, etc.) que implican intervenciones físicas en los cauces, aguas costeras y áreas propensas a inundaciones*". El objetivo de la implementación de este tipo de medidas es conseguir una **reducción, en la medida de lo posible, del riesgo a través de la disminución de la peligrosidad para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medio ambiente en las zonas inundables**

Las ARPSIs identificadas en Villaviciosa (ES018-AST-43-1 y ES018-AST-43-2), por la problemática de inundaciones y afecciones ocurridas de forma recurrente son objeto en el PGRI de eventuales medidas estructurales para el periodo 2015-2021.

Con fecha de agosto de 2019 EPTISA redacta el proyecto de **DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI, MANZANA Y LAS FUENTES) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)** y tras la necesidad de un nuevo cambio solicitado por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en marzo de 2021, se adapta el proyecto original a este nuevo cuyo título pasa a ser: **DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)**. Este proyecto, se enmarca entre las medidas de actuación del PGRI, contribuyendo a interceptar y evacuar las aguas superficiales de escorrentía de ciertos arroyos orientales, que vierten sus aguas por la margen derecha de la ría de Villaviciosa a la altura del núcleo urbano de Villaviciosa.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto final perseguido por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico con la redacción del presente proyecto, es el definir la solución para aliviar los problemas de drenaje como consecuencia de la aportación de caudales al entorno de la población de Villaviciosa por los arroyos orientales (Pedregal, Cuartel, Alosei y Manzana principalmente) a su paso por dicho término municipal. Dicha problemática afecta al comportamiento hidráulico y sistema de evacuación de pluviales de la población en épocas de crecida, la cual se ve acrecentada por la proximidad de la ría de Villaviciosa.

La base del trazado inicial está fundamentada en las reuniones mantenidas con la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y el Ayuntamiento de Villaviciosa. En las primeras reuniones, se recoge que, para solventar el problema del drenaje de las cuencas, la solución prevista y ya tanteada por el Ayuntamiento es la de realizar un cauce receptor naturalizado de sur a norte o viceversa para captar el caudal de los arroyos y encauzarlo a la Ría de Villaviciosa. Las soluciones propuestas, se fundamentan en esta premisa inicial.

Por tanto, la solución pretende dar solución al problema de drenaje de un modo sostenible, mediante la derivación de los arroyos con el fin de reducir la carga de saneamiento, mejorar el rendimiento de la EDAR y los caudales de los vertidos.

3. SITUACIÓN ACTUAL

El proyecto de referencia se localiza íntegramente en el término municipal de Villaviciosa, en la zona costera asturiana. El caudal de aportación al municipio de Villaviciosa en su vertiente Sureste procedente de las zonas de Lavandero, San Vicente y El Pino entre otros, origina problemas de inundaciones en el entorno próximo a la localidad. Este hecho se acrecienta como consecuencia de la cercanía de la población a la ría de Villaviciosa y que en épocas de crecida condiciona la evacuación del caudal de estas cuencas de aportación por los cauces normales hacia la ría.



Figura 1. Municipio de Villaviciosa.

El análisis de la situación actual se ha basado en el estudio detallado del ámbito de actuación en el término municipal de Villaviciosa. Para realizar dicho análisis se han mantenido los contactos necesarios con las administraciones implicadas, con especial énfasis en la correspondiente al Ayuntamiento de Villaviciosa, recopilando toda la información existente a nuestro alcance, así como realizando un intenso y exhaustivo trabajo de campo para el reconocimiento de toda la zona objeto de estudio en las diferentes temáticas (topografía, geotecnia, trazado, etc.).

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las actuaciones a realizar en el presente proyecto se pueden dividir en tres grandes actuaciones:

- Ejecución de un cauce naturalizado de captación del caudal de los arroyos interceptados por el mismo, con una longitud estimada de 2.231 m, iniciando su trazado en la AS-332 hasta las proximidades de la A-8, para canalizar el drenaje por los conductos existentes que circulan bajo esta autovía hacia la ría de Villaviciosa mediante alivios a los cauces y/o a los conductos actuales.
- Medidas para la renaturalización del área de actuación, así como medidas correctoras y compensatorias sobre el medio afectado por las obras.

4.1. CAUCE DE RECEPCIÓN PRINCIPAL NATURALIZADO

El cauce receptor naturalizado general cuya longitud aproximada es de 2.231 m, discurre a lo largo de su trazado con una sección en cauce trapezoidal, sección que se ve interrumpida a la altura del p.k. 0+920, donde por necesidades del cruce con el camino del depósito y de la AS-330, la sección pasa a ser tipo marco de hormigón armado enterrado.

Una vez analizados los caudales, posibilidades de trazado para no invadir las fincas urbanas salvo las estrictamente necesarias y requerimientos técnicos, se ha realizado una tramificación pormenorizada con objeto de optimizar la solución adoptada.

Junto al cauce receptor naturalizado se ha diseñado un camino paralelo y anexo a este, para labores de mantenimiento. Este camino sólo se verá interrumpido en la zona del depósito al cruzar con viales existentes, como se puede apreciar en los planos de proyecto. Este camino se conectará al principio del cauce naturalizado con la carretera AS-332 en la zona de inicio del cauce receptor y con el camino de mantenimiento paralelo a la Autovía A-8. Debido a que este camino puede servir de paseo o zona de tránsito peatonal, se ha diseñado con la misma pendiente que el cauce receptor al ir anexo a este y en las zonas de conexión una pendiente máxima en torno al 8%.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

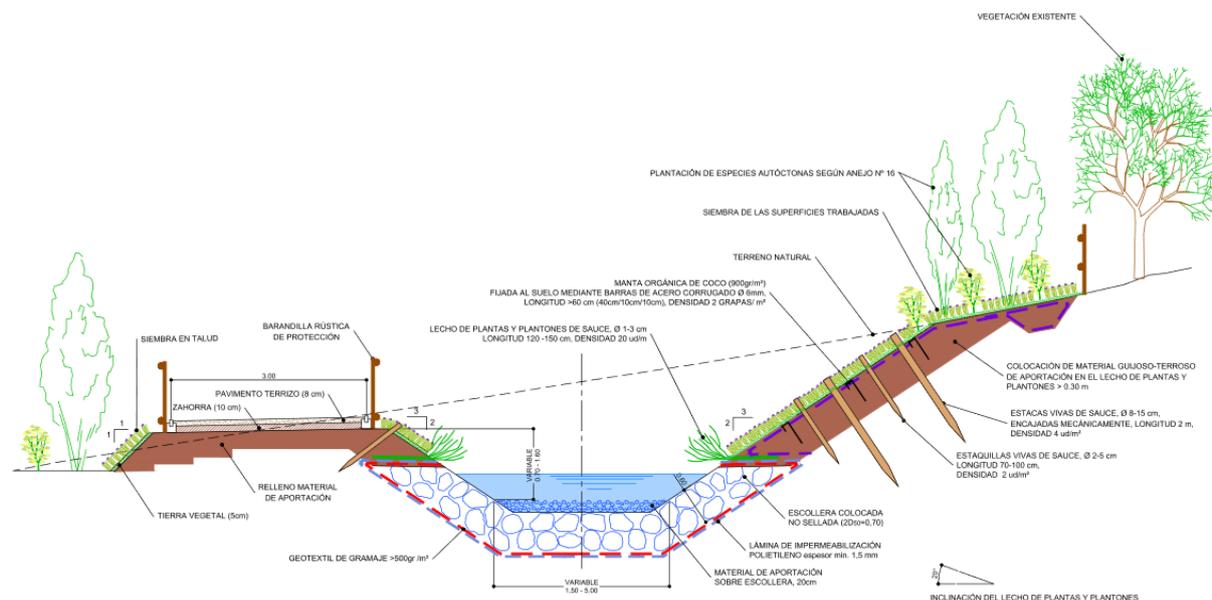


Figura 2. Sección tipo cauce receptor naturalizado. Tramo abierto.

La tramificación de este cauce naturalizado es la siguiente:

Tabla 1. Tramificación del cauce receptor naturalizado.

TRAMO	P.K INICIAL	P.K FINAL	SECCIÓN TIPO (base x altura)
TRAMO 1	0+000	0+740	CAUCE (1,5 m x 1,0 m)
TRAMO 2	0+740	0+780	CAUCE (2,0 m x 1,0 m)
TRAMO 3	0+780	0+920	CAUCE (1,5 m x 1,0 m)
TRAMO 4	0+920	1+215	MARCOS (2,0 m x 2,0m)
TRAMO 5	1+215	1+982	CAUCE (2,6 m x 1,6 m)
TRAMO 6	1+982	2+231	CAUCE (5,0 m x 0,7 m)
TRAMO 7	1+965	N-632	CONDUCTOS DE 1800mm

Atendiendo a esta tramificación, las tipologías de secciones diseñadas serían:

- **Tramo 1. Cauce naturalizado trapezoidal de 1,5 m x 1,0 m**

Este tramo comenzará en la altura de la AS-332 por encima del tanatorio unos 160 m hacia el este. Desde la AS-332 hasta el comienzo del cauce en zona rústica, un tramo inicial que enlaza el camino perimetral del cauce receptor con dicha AS-332 discurre solitario durante unos 60 m donde comenzará el cauce receptor general con una sección trapezoidal de dimensiones 1,5 m x 1m.

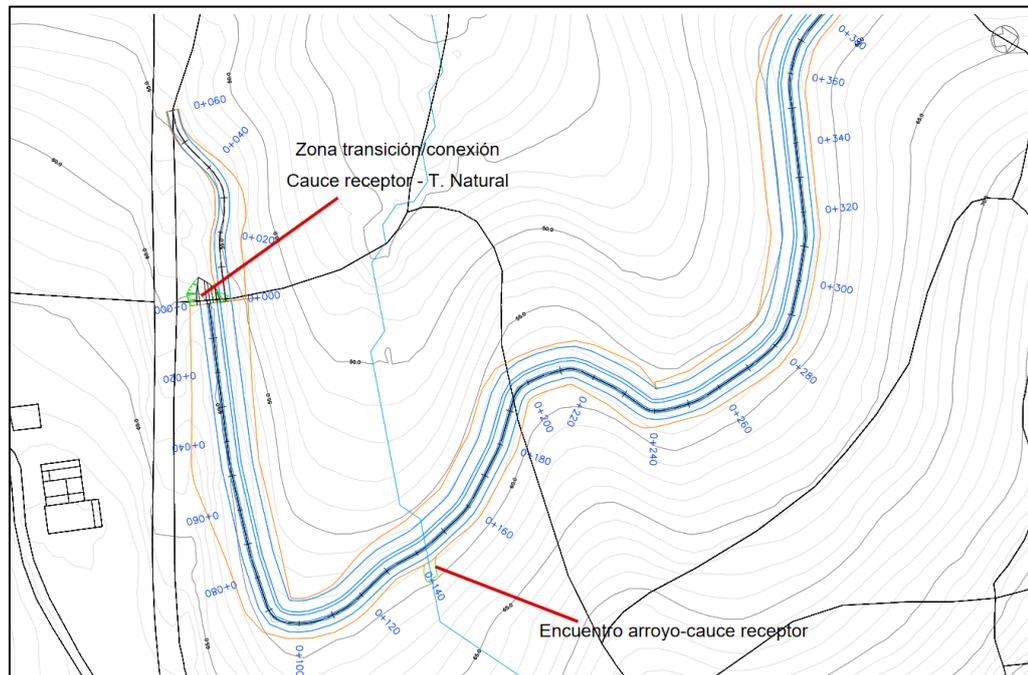


Figura 3. Zona de inicio del tramo receptor.

En este punto se deberá realizar una transición para conectar el contorno protegido con escollera en el cauce hasta la cota del terreno existente y poder generar la posibilidad de acceder al mismo para su mantenimiento tal y como figura en planos. La base del tramo de transición se realizará con los mismos criterios que el recubrimiento del propio cauce receptor (escollera en la base y protección del mismo con lámina impermeabilizante, geotextil, ...).

Posteriormente, el cauce receptor discurre con una pendiente del 0,5% por terrenos no urbanos y entre las parcelas con edificaciones en zonas rústicas hasta el p.k. 0+740 donde comenzará el tramo 2.

En este primer tramo, a la altura del p.k.0+140 se encuentra el cruce el primer arroyo y que será un punto de aportación de caudal al cauce receptor de un modo más significativo al resto de la cuenca interceptada. Para minimizar el impacto y amortiguar la entrada del caudal al cauce receptor, se ha proyectado en la zona de encuentro unas barreras de disipación de energía mediante bloques de escollera y de un cuenco amortiguador. La disposición en planta y alzado, así como su ubicación se encuentra reflejado en el documento nº2. Planos.

- **Tramo 2. Cauce naturalizado de 2 m x 1,0 m**

Este tramo 2, continuación del anterior, cambia su sección durante unos 40 m (p.k. 0+740), ampliando la base de la sección del cauce naturalizado a 2 m en la base, al encontrarse este tramo en una zona donde su alineación en planta discurre de un modo más sinuoso que genera

sobreelevaciones de la lámina de agua, por lo en que esta zona se amplía su sección para corregir dicha sobreelevación.

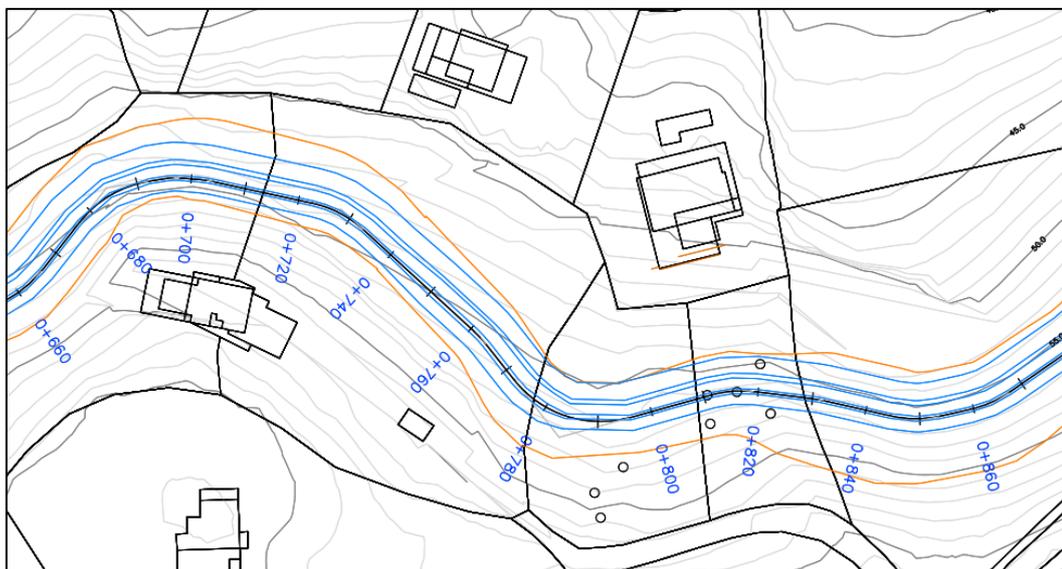


Figura 4. Zona del cauce receptor de cambio de sección en la base del mismo (p.k. 0+740 a p.k. 0+780).

Esta justificación además se encuentra motivada al encontrarnos en una zona con edificaciones próximas donde cualquier problema de rebase podría generar problemas en dichas edificaciones. Este diseño se encuentra justificado en modelo hidráulico incluido en el *Anejo nº6* de este proyecto.

Posteriormente, una vez pasada esta zona, se recupera la sección inicial del tramo 1 en el p.k. 0+780.

- **Tramo 3. Cauce naturalizado de 1,5 m x 1,0 m**

Tal y como se adelantaba en el tramo anterior, en este tramo se recupera la sección del tramo 1, una vez solventados los problemas de sobreelevación del tramo anterior y al discurrir este tramo de un modo más suave hasta su encuentro con la entrada del marco soterrado de 2 x 2m donde se inicia el tramo siguiente.

Este tramo tiene obligado su trazado como consecuencia de recoger el agua sobrante de la fuente de El Pedregal. Este sobrante de agua, se encauzará hacia el cauce receptor por superficie mediante un tramo en zanja de 1m de ancho y 0.5m de profundidad, con una capa de al menos 50cm de escollera y con los mismos criterios de protección ante filtraciones bajo la escollera que el cauce receptor (lámina de impermeabilización, geotextil,...).



Figura 5. Fuente El Pedregal a la altura del P.K 0+920.

En esta parcela debido al condicionante de recoger los caudales sobrantes de la fuente, el cauce receptor, hasta su cruce con el camino junto al depósito, circulará en un pequeño tramo por fincas urbanas tal y como se recoge en el *Anejo nº 11.- Parcelario, bienes y derechos afectados*.

- **Tramo 4. Marcos de hormigón armado de sección 2 m x 2 m**

Como consecuencia de cumplir en esta zona el trazado solicitado por el Ayuntamiento de Villaviciosa, se debe cruzar el vial próximo a la fuente El Pedregal y que baja hacia el depósito, la carretera AS-330 y caminos intermedios entre ambos cruces con los viales existentes. Por otro lado, al discurrir muy próximos a edificaciones existentes, surge la necesidad de realizar este tramo mediante un marco enterrado de hormigón armado. Hidráulicamente este marco podría tener unas dimensiones menores, pero por motivos de mantenimiento y conservación se opta por que dichos marcos sean de dimensiones interiores 2 m x 2 m.

Este tramo en marco soterrado a su vez se ve condicionado en cuanto a su tipología constructiva por los motivos indicados anteriormente de su paso muy próximo a edificaciones existentes, así como del depósito.



Figura 6. Vial junto al depósito.

En su primer subtramo entre los pp.kk. 0+960 a 1+125, próximo al depósito se deberá ejecutar mediante entibaciones para sustentar los alzados de la excavación necesaria para poder realizar dichos marcos y evitar problemas con las edificaciones próximas.

Con objeto de garantizar evitar problemas con dichas edificaciones y sobre todo las situadas a la margen derecha como consecuencia de las excavaciones se realizará un estudio pormenorizado de las cimentaciones de las mismas y valorar posibles actuaciones de sostenimiento previas a la excavación.

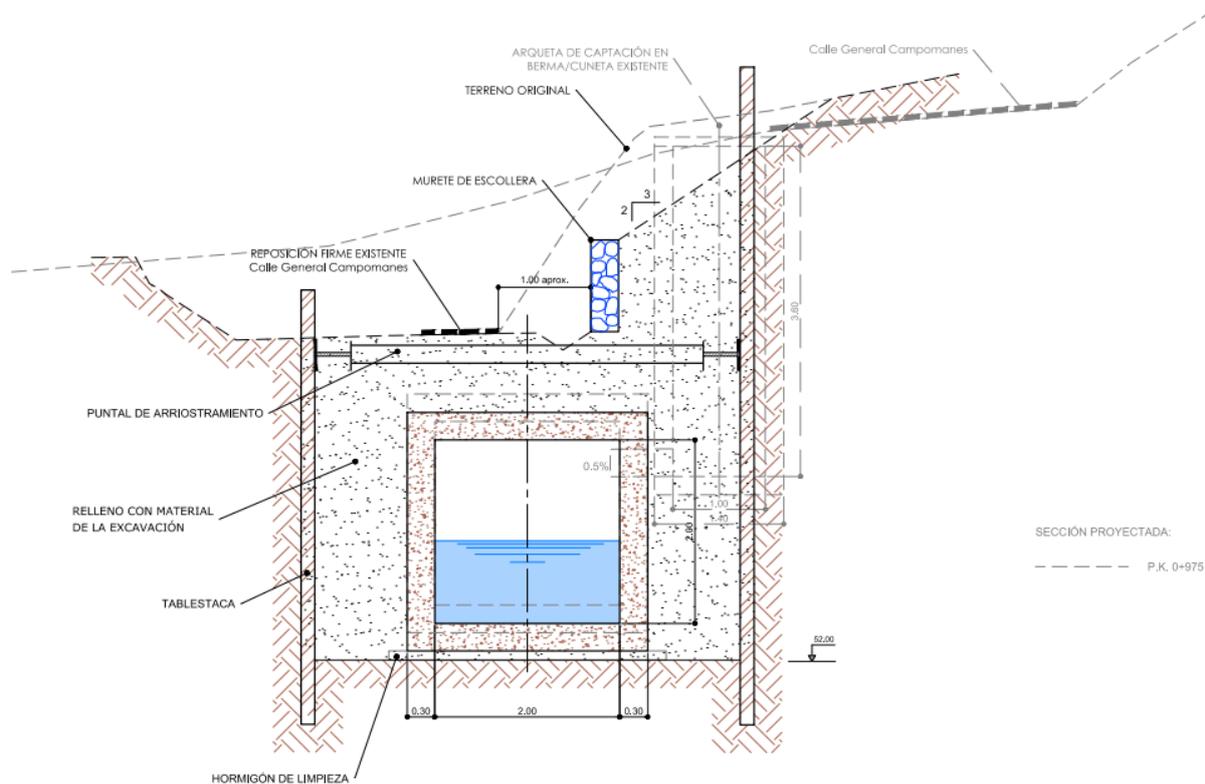


Figura 7. Sección tipo marco con entibación.

En este primer subtramo, una vez ejecutado el marco y rellenado el mismo, se deberá realizar un murete de escollera en la zona frente al depósito, en la margen derecha para contener las tierras del talud colindante y poder realizar una cuneta de borde con objeto de recoger las aguas que discurran por el vial e introducirlas a los marcos mediante una arqueta de registro. Esta misma arqueta deberá realizarse en la margen izquierda en la intersección de la berma del vial con el marco. Estas actuaciones se encuentran indicadas en los planos de proyecto.

El segundo subtramo hasta la carretera AS-330, se realizará mediante excavaciones a cielo abierto hasta una vez pasada esta carretera hasta el p.k. 1+215.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

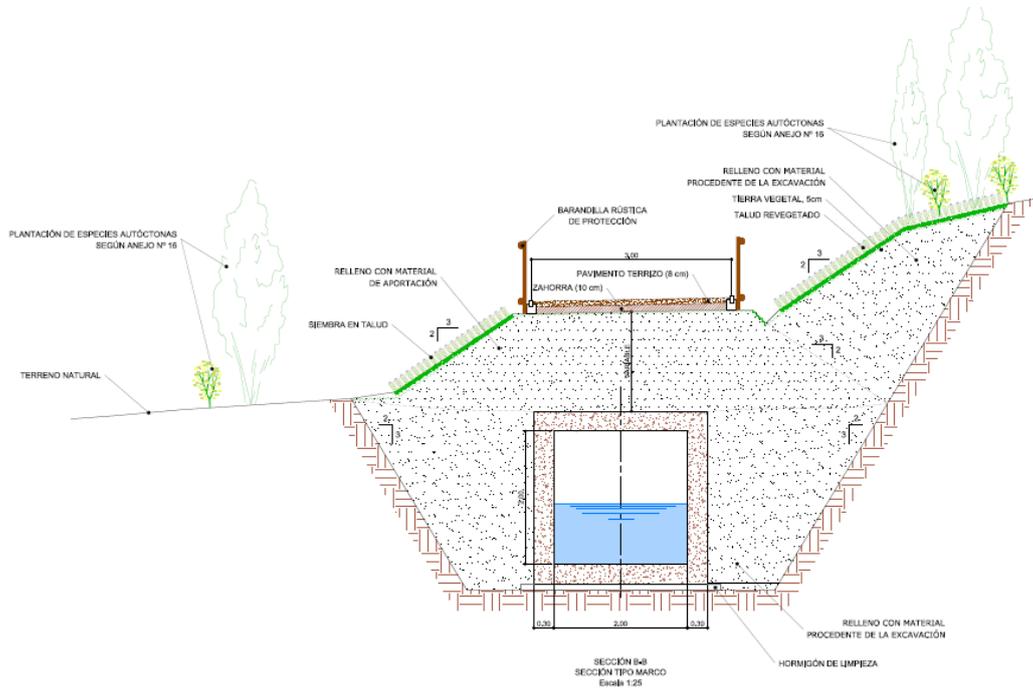


Figura 8. Sección tipo marco con AS-330.

En este tramo al igual que sucede en el resto de tramos se dará continuidad al camino de mantenimiento, salvo en los cruces con viales y caminos que se mantendrá la sección existente. Los accesos al camino de mantenimiento serán en estas zonas desde dichos viales y caminos existentes, si bien se colocarán señales de limitación de acceso a vehículos no autorizados con indicación expresa de ser un camino peatonal. La ubicación del camino, sus tramos, señalización y secciones tipo, se encuentran indicadas en los planos del proyecto.

Al igual que sucedía en el cruce del vial anterior, se colocarán dos arquetas para captar las aguas pluviales que discurran por ambas cunetas y se introducirán en los marcos bajo los mismos.

Una vez pasada la AS-330, el tramo intercepta una pequeña zona de parcela urbana como puede apreciarse en los planos del Anejo nº11.- Parcelario, bienes y derechos afectados.



Figura 9. Zona de cruce con AS-330.

- **Tramo 5. Cauce receptor trapezoidal de 2,6 m x 1,6 m**

Una vez finalice el tramo mediante marcos de 2 m x 2 m, el cauce receptor discurrirá por zonas rústicas, desde el p.k. 1+215 hasta el p.k. 1+982, sin condicionante alguno, más que su propio trazado y los terrenos rústicos que atraviesa, mediante una sección trapezoidal de 2,6 m en la base y 1,6 m de altura. Este tramo finaliza en dicho p.k. donde se ha ubicado un marco de hormigón armado 1,75 m x 1 m de dimensiones libres para evacuar las aguas hasta un periodo de retorno de 5 años que equivalen en los cálculos hidráulicos al mismo caudal que puede evacuar el conducto de 1.200 mm ubicado bajo la N-632 y la A-8 actualmente con una capacidad al 80%.

La cuenca nº 7 que actualmente genera un caudal a este conducto para un periodo de retorno de 100 años genera un caudal de 5,21 m³/s según los cálculos de proyecto, siendo acorde al dimensionamiento de esta conducción para dicho periodo de retorno.

Este será el caudal máximo que se derivará del cauce receptor hacia el arroyo Cuartel que discurre hacia la tubería de 1.200 mm indicada bajo la N-632.

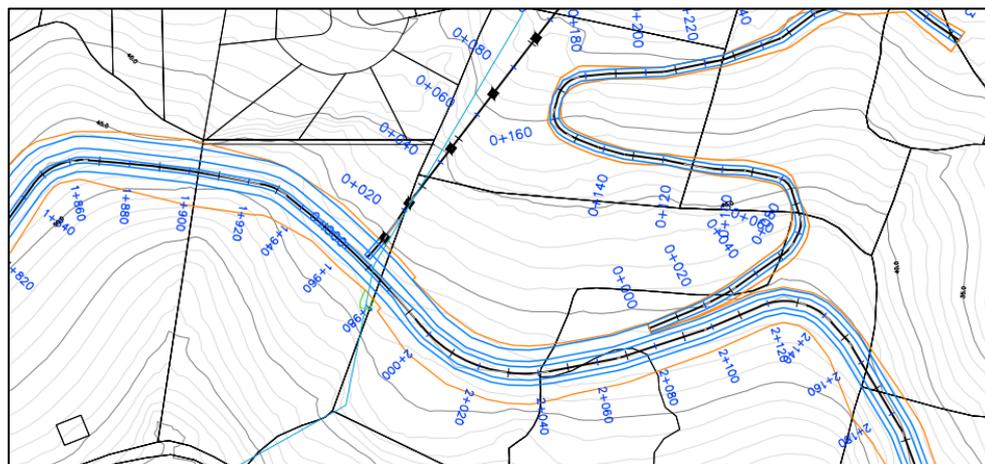


Figura 10. Zona de alivio a los conductos de 1800 mm hacia la N-632 (planta).

En este tramo, del mismo modo que sucedía en el primer tramo, a la altura del p.k.1+290 se encuentra el cruce el arroyo Manzana y en el p.k. 1+655 el cruce con el arroyo Alosei y que serán otros puntos de aportación de caudal al cauce receptor de un modo más significativo al resto de la cuenca interceptada como sucede en el resto de arroyos interceptados. Del mismo modo, para minimizar el impacto y amortiguar la entrada del caudal al cauce receptor, se ha proyectado en la zona de encuentro unas barreras de disipación de energía mediante bloques de escollera y de un cuenco amortiguador. La disposición en planta y alzado, así como su ubicación se encuentra reflejado en el documento nº2. Planos.

En este mismo tramo al finalizar el mismo, a la altura del p.k. 1+975, se intercepta el arroyo del Cuartel. En este punto kilométrico se dan varias casuísticas ya que es un punto donde se intercepta dicho arroyo, se deriva el caudal de unos 5 m³/s al colector de 1800 mm que discurre hacia la conducción bajo la N-632 a través del marco bajo el camino de mantenimiento, por la margen izquierda, se realiza una sobreelevación del cauce receptor para condicionar dicha derivación de caudal y continuación se aumenta la sección en la base del nuevo tramo de cauce para ayudar a la laminación del caudal excedente en caso de aportaciones extraordinarias.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

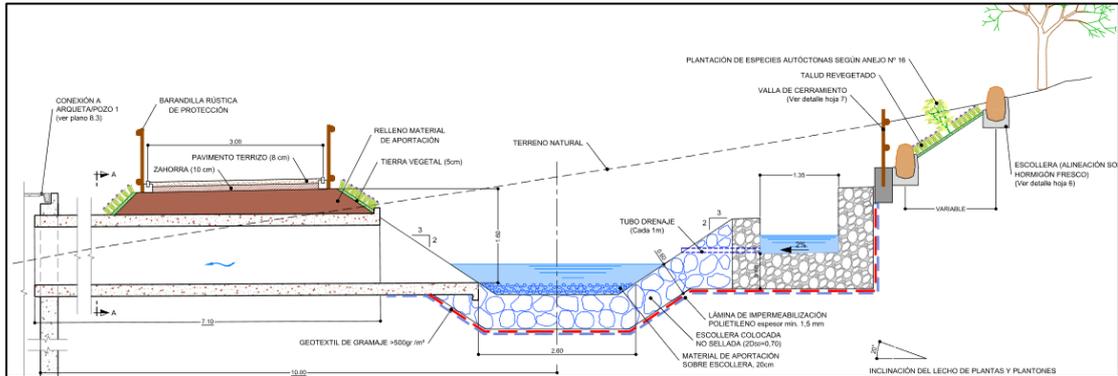


Figura 11. Zona de alivio a los conductos de 1800 mm hacia la N-632 (alzado, sección tipo).

- **Tramo 6. Cauce receptor trapezoidal de 5 m x 0,7 m**

Este tramo es el recorrido final del cauce receptor situado entre los pp.kk. 1+982 al 2+231, conducirá el caudal excedente del relativo al periodo de retorno de los 5 años hasta el periodo de retorno de 100 años. Previamente como se indicaba en el párrafo anterior, se han desviado por el marco de 1,75 m x 1 m, al tramo de conductos de 1800 mm hacia la N-632. Este tramo discurre por suelo rústico con una sección de 5 m de base x 0,7 m de altura, sección más abierta con objeto de laminar la avenida a través de la cuenca del arroyo Las Callejas. Este tramo por tanto sólo recibirá caudal en ocasiones puntuales (caudales no ordinarios). El caudal máximo estimado con el periodo de retorno de los 100 años que recibiría este tramo del cauce es de unos 5 m³/s.

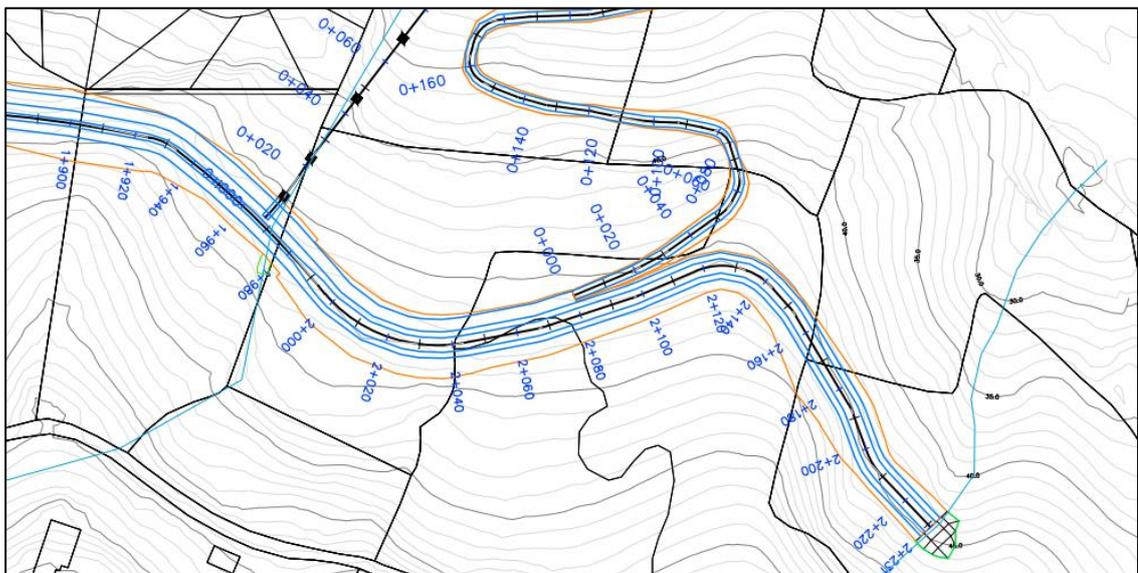


Figura 12. Tramo final de cauce receptor.

La salida de tramo, será a nivel de terreno natural en la cuenca 8 donde bajo la misma, se encuentra ubicado un conducto de 1.800 mm que deriva las aguas hacia la N-632 bajo la A-8. Esta salida del cauce receptor se ha diseñado justo en el encuentro con el arroyo de las Callejas para su mejor direccionamiento y reparto del caudal de aportación hacia dicho conducto de 1800 mm existente e intentar no generar nuevas zonas por donde discurra agua no controlada como consecuencia de la nueva obra.

Previo al conducto de 1.800 mm existe un camino de servicio sin ningún paso de drenaje actual, por este motivo y dado que se cambian las condiciones de contorno y aportación, este camino se recrecerá en cota para colocar un conducto de 600 mm de diámetro, capaz de evacuar el caudal correspondiente a la avenida de 10 años de periodo de retorno. Así mismo, tal y como aconseja la norma de drenaje superficial, este camino en su zona de tránsito se colocará una capa de hormigón armado para que cuando se produzcan aportaciones de caudal mayores al periodo de retorno de 10 años, este hecho no deteriore el camino.

Una vez pasado el marco de 1.75 m x 1 m, el camino perimetral de mantenimiento se separa del cauce receptor a la altura del p.k. 2+080, para enlazar posteriormente con el camino de servicio junto a la A-8 y que se comunica con las calles de la población de Villaviciosa.

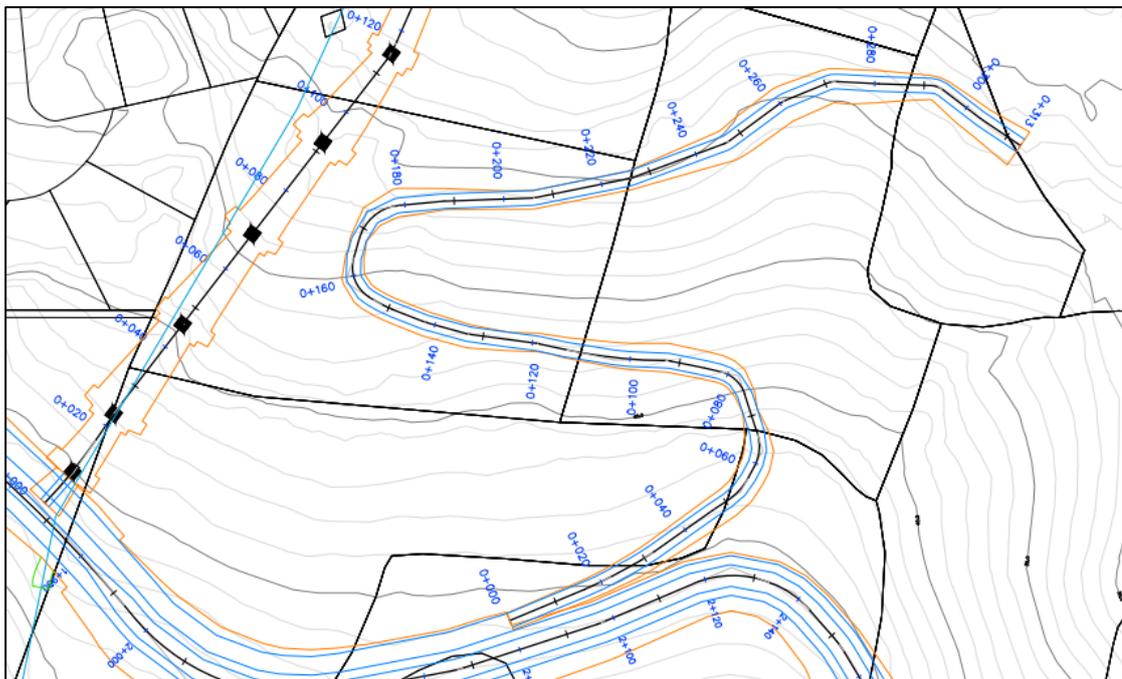


Figura 13. Camino de salida hacia la A-8 desde el cauce receptor.

En este punto, tal y como sucede en el comienzo del cauce receptor, se deberá realizar una transición para conectar el contorno protegido con escollera del cauce naturalizado hasta la

cota del terreno existente y poder generar la posibilidad de acceder a la misma cota al cauce para su mantenimiento tal y como figura en planos. La base del tramo de transición se realizará con los mismos criterios que el recubrimiento del propio cauce naturalizado (escollera en la base y protección del mismo con lámina impermeabilizante, geotextil, ...).

- **Tramo 7. Encauzamiento mediante conductos de 1800 mm hacia la N-632**

A la altura del p.k. 1+965 del cauce receptor se ubicará un alivio de caudal para una estimación máxima de unos 5 m³/s, que se conducirán la tubería de 1200 mm existente bajo la N-632.

Este tramo se podría solventar con conductos del mismo diámetro, si bien por motivos de mantenimiento se colocarán conductos de 1.800 mm con pendientes medias del 3%, para cumplir con las velocidades máximas recogidas en la IC 5.2 de Drenaje Superficial y que el conducto de 1.200 mm bajo la N-632 no trabaje en carga.

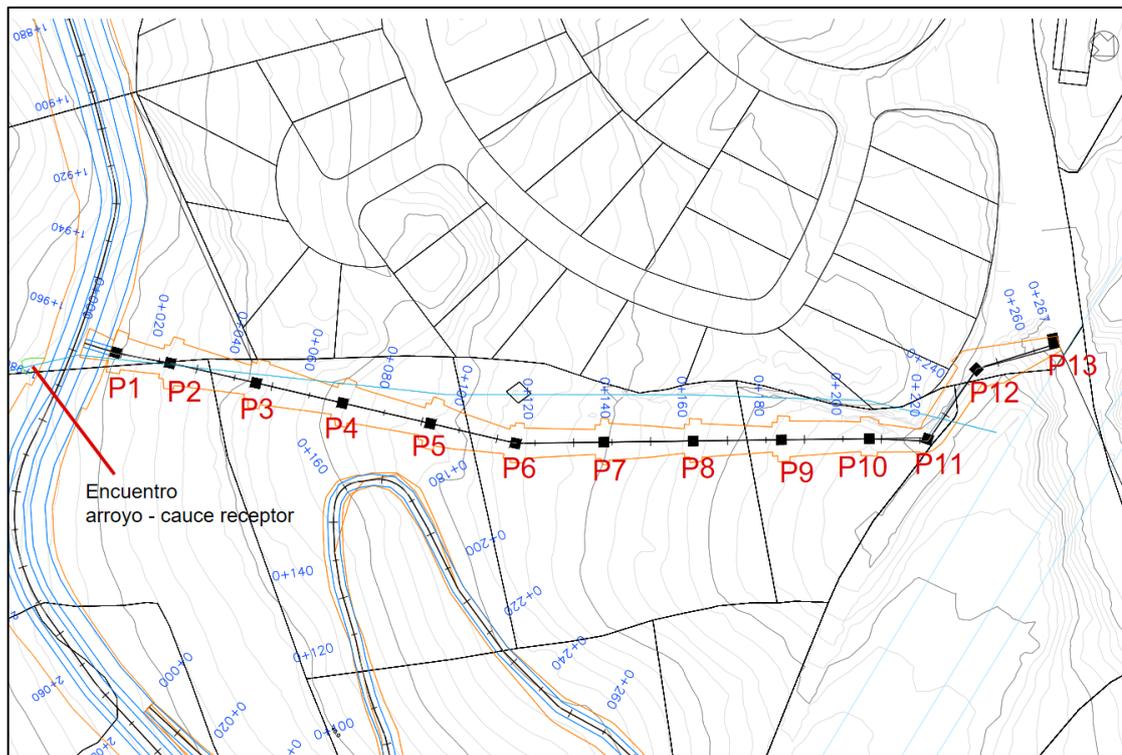


Figura 14. Conducción de 1800 mm desde cauce receptor hacia la ría por N-632.

Para garantizar los parámetros de diseño, se han simulado mediante el software el programa para el modelado de ríos InfoWorks ICM tanto el tramo principal del cauce receptor como del tramo encauzado mediante conductos. Esta simulación y resultados se encuentra en incluida en el Anejo nº 6.- Estudio Hidráulico.

4.2. ACONDICIONAMIENTO ENTRE LA AUTOVÍA A-8 Y N-632

- **Tramo entre A-8 y cruce camino de Santiago**

Actualmente el cauce existente, el arroyo Las Callejas, en esta zona discurre de modo natural, desde el paso del tubo de 1.800 mm bajo la autovía A-8 hasta el vial asfaltado (Camino de Santiago), donde actualmente bajo este vial existe un paso de dimensiones 0,56 m x 0,3 m, para conducir el agua bajo el vial y seguir por el cauce natural.

Con objeto de renaturalizar el cauce y mejorar su comportamiento de cara a la nueva aportación de caudales en esta zona, se acondicionará este tramo y se colocarán elementos disipadores de energía.

En el paso bajo el vial, se repondrá el paso actual por uno nuevo que consistirá en un conducto de 1.000 mm. A la salida del mismo se colocarán elementos disipadores de energía, descritos en el apartado 4.6.1.

- **Tramo a lo largo del cauce existente hasta la parcela de los manzanos**

Una vez pasado el cruce bajo el vial, a unos 90 m agua abajo, se sustituirá el cauce existente enterrado de dimensiones 0,4 m x 0,2 m situado en el cauce y relleno con material sobre este, que sirve de paso hacia las edificaciones colindantes, por un nuevo conducto de 1.000 mm de diámetro.



Figura 15. Localización del elemento de drenaje en el cauce a sustituir (0,4m x 0,2m).

- **Tramo final hasta la cuenca de infiltración junto a la N-632**

Siguiendo el cauce actual del arroyo de Las Callejas, a unos 60 del paso de drenaje anterior a sustituir, nos encontramos con un conducto de 400 mm de diámetro. Este conducto no tiene suficiente capacidad hidráulica y genera problemas de inundaciones en la vivienda anexa como se puede observar en la simulación realizada.



Figura 16. Situación actual en el entorno del vertido norte.

Por este hecho y para poder reconducir el caudal de aportación derivado del cauce receptor hacia esta zona, se debe sustituir el conducto de 400 mm por cauce trapezoidal de 1,5 m en la base y 1 m de alto. Junto a esta actuación se deberá ejecutar una mota de 1,5 m de altura bordeando la edificación existente como refuerzo de la actuación anterior y para evitar inundaciones en la parcela.



Figura 17. Mota de 1,5 m proyectado bordeando la parcela actual.

Por último, en la prolongación al cauce de nueva ejecución, con objeto de laminar las avenidas en periodos de pleamar, se ha proyectado una cuenca de infiltración capaz de albergar 17.000 m³, drenándose en la bajamar a través de la ODT de 800 mm de diámetro existente en la N-632.

Como medida compensatoria de este proyecto, se ha diseñado esta cuenca artificial como una medida para mejorar la conectividad del hábitat de interés comunitario “1330. Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)”, ubicado al otro lado de la nacional y comunicado con la parcela por la ODT descrito.

Estas actuaciones se describen en el apartado 4.6.2 del actual documento y en el *Anejo nº 6* del proyecto.

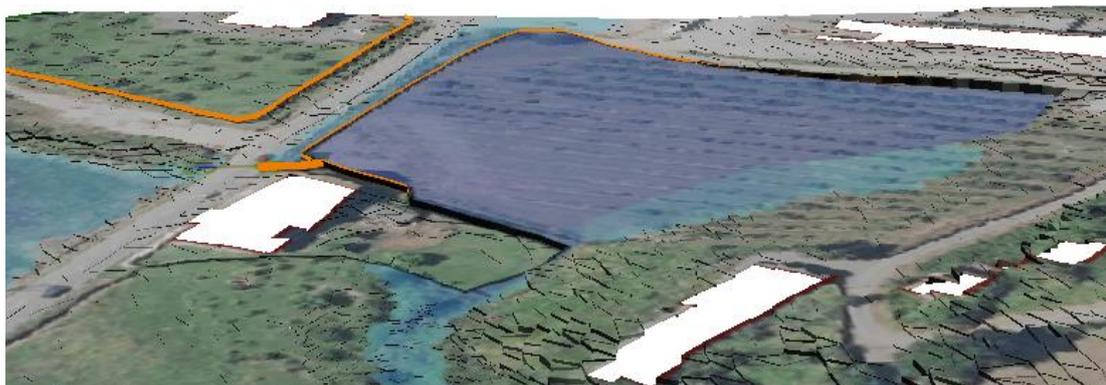


Figura 18. Zona de laminación junto a N-632. Cuenca de infiltración.

4.3. TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EXISTENTE

La construcción del cauce receptor implica la corta de 212 pies existentes. Además, se plantean una serie de actuaciones sobre la totalidad del área afectada por el proyecto (en 43.718 m² aprox.) consistentes en el tratamiento silvícola de la vegetación de ribera existente (cortas preventivas, desbroces, entresacas) y la eliminación de las especies invasoras y alóctonas en un área aproximada de 1.100 m².

Excepto los restos de la vegetación alóctona e invasora, el resto será, en la medida de lo posible, reutilizable en la misma obra.

4.4. BIOESTABILIZACIÓN DE TALUDES

La estabilidad de los taludes del cauce receptor naturalizado se hará a través de medidas de bioingeniería. Las medidas incluidas en esta actuación son:

4.4.1. GESTIÓN DE TIERRA VEGETAL

La tierra vegetal es especialmente relevante en el éxito de todas las revegetaciones de espacios degradados. El banco natural de semillas garantizará el éxito de la revegetación del espacio a intervenir,

siendo en muchos casos suficiente en función de factores como época del año, pendiente del terreno y, sobretodo, calidad de la misma.

La gestión adecuada de la tierra vegetal se describe en el *Anejo nº 16.- Documentación ambiental*.

El volumen estimado total de tierra vegetal a gestionar es de 4.372 m³, aproximadamente.

4.4.2. EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL

Si la gestión ha sido adecuada, con el extendido de una capa mínima del talud (máximo 5 cm) será suficiente para el arraigo de la primera vegetación incipiente, minimizando el riesgo de que la tierra vegetal sea arrastrada al fondo del talud por el exceso de peso, sobre todo teniendo en cuenta las frecuentes precipitaciones en el área de actuación.

El volumen estimado total de tierra vegetal a extender en las diferentes superficies a restaurar del proyecto es de 943 m³.

4.4.3. HIDROSIEMBRA DE TALUDES

El proyecto incluye la hidrosiembra de todos los taludes generados en el proyecto para garantizar la emergencia de la primera cubierta vegetal. Para ello, se realizará una hidrosiembra con una mezcla de semillas compuesta por gramíneas (de acción radical profunda), leguminosas (de acción radical superficial y con capacidad de enriquecimiento del terreno con nitrógeno) y un 2% de leñosas. La dosis será de alrededor de 10-30 gr/m² y la composición de la mezcla para el clima y suelo en la zona de la obra será la que en su momento autorice el Director de la Obra.

La superficie a sembrar será de 23.480 m².

4.4.4. EXTENDIDO DE MANTA ORGÁNICA

El extendido de la manta orgánica de coco se realizará una vez extendida la tierra vegetal en los taludes generados por el cauce receptor. La pendiente de los taludes diseñados (3:2) justifica la mayor idoneidad de las mantas orgánicas frente las mallas. Las funciones de la manta orgánica son:

- Proteger la superficie del talud frente a la erosión;
- Retener las capas superficiales del terreno, especialmente la tierra vegetal;
- Aportar materia orgánica en su descomposición y favorecen los procesos de enraizamiento y desarrollo de la vegetación.

La superficie del proyecto donde se prevé el extendido de manta orgánica será de 23.498 m².

4.4.5. ESTAQUILLADO

La estabilidad del talud, una vez realizada las actuaciones anteriores en los taludes del cauce, se reforzará con la implantación de estacas y estaquillas de sauce (*Salix sp.*), especie de fácil propagación vegetativa. El material vegetal a utilizar será de diferentes dimensiones y con diferentes marcos de plantación para garantizar la cubierta del talud, tanto en superficie como en profundidad, a través de su desarrollo radicular. La superficie destinada a esta actuación es de 15.387 m².

Tabla 2. Características de las estacas y estaquillas.

Material	Diámetro (cm)	Longitud (m)	Densidad (ud/m ²)
Estacas	8-12	1-1,5	4
Estaquillas	2-5	0,7-1	2

Con el objetivo de evitar los procesos erosivos en el talud, además del estaquillado descrito, se incluye el extendido en la base de los taludes del cauce receptor un lecho de plantas y plántones de sauce de 1-3 cm de diámetro.

4.5. RENATURALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN

4.5.1. PLANTACIONES

El proyecto contempla la plantación de aproximadamente 19 ha para mejorar su integración paisajística. Estas plantaciones se distribuyen en los diferentes tipos de plantación según el presente Anejo nº16 y el Documento nº2. Los criterios de selección de especies de cada una de ellas se incluye en el Anejo nº10. Las superficies destinadas a cada una de las plantaciones se representan en la siguiente tabla.

Tabla 3 Superficie de las diferentes plantaciones del proyecto

PLANTACIÓN	SUPERFICIE (m ²)
TIPO 1	12.654
TIPO 2	4.456
TIPO 3	720
TOTAL	17.830

ZONA 1: Edificaciones y viales

Algunos tramos de la traza se encuentran más cercanos a algunas edificaciones y vías, lo que supone un impacto visual y sonoro mayor que en otros tramos de la misma.

Se plantea la plantación con especies autóctonas con un porte suficiente como para minimizar el impacto visual del cauce desde los puntos sensibles, además de para ejercer una mayor estabilidad y fijación a los suelos con su desarrollo. Estas plantaciones suponen, a su vez, una barrera para el sonido y para el polvo.

Las especies elegidas para esta actuación son las seleccionadas en el *Anejo nº 10* como Tipo 2:

Tabla 4. Selección de especies para la plantación de especies Tipo 2.

TIPO 2					
Nombre común	Nombre científico	Marco de plantación	Densidad (nºpies/ha)	Nº savias	Transporte
Abedul	<i>Betula celtibérica</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda
Cornejo	<i>Cornus sanguinea</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda
Avellano	<i>Corylus avellana</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda
Endrino	<i>Prunus spinosa</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda
Majuelo	<i>Crataegus monogyna</i>	3x3	1283	2-3	Raíz desnuda

ZONA 2: Resto de taludes generados por el cauce receptor

La selección de especies realizada para esta zona se basa en la adecuación ecológica así como la capacidad de renaturalización del cauce receptor diseñado. Criterios como la diversidad de colores y rugosidad (copas de diferentes formas y portes), así como la alternancia de especies de hoja perenne y caducifolia hace adecuada la selección de especies Tipo 1 (ver Anejo nº 10).

Tabla 5. Selección de especies para la plantación de especies Tipo 1.

TIPO 1			
Nombre común	Nombre científico	Marco de plantación	Densidad (nºpies/ha)
Abedul	<i>Cornus sanguinea</i>	4x4	625
Cornejo	<i>Corylus avellana</i>	4x4	625
Avellano	<i>Laurus nobilis</i>	4x4	625
Laurel	<i>Prunus spinosa</i>	4x4	625
Endrino	<i>Crataegus monogyna</i>	4x4	625

ZONA 3: Nuevos caminos

El proyecto incluye la creación de un nuevo camino al inicio de la traza general y otro que discurre paralelo al alivio del encauzamiento de 1.800 mm. Con el mismo objetivo y criterio que en la Zona 2, se

propone la plantación de especies autóctonas Tipo 1 en la margen izquierda del camino inicial y a ambos márgenes del camino paralelo al alivio. En la margen derecha del camino inicial se incluye plantaciones Tipo 2 para aumentar su efecto pantalla respecto a la carretera AS-332.

ZONA 4: Camino sobre marco enterrado (traza general)

El trazado del cauce receptor que discurre enterrado se sitúa entre los puntos 0+920 y 1+210, sobre el que se dará continuidad al camino. El tratamiento de integración paisajística de estos taludes será el mismo que los aplicados al terraplén del resto del camino asociado a la traza. Es decir, extendido de tierra vegetal, hidrosiembra y plantación de especies en función de la cercanía a edificaciones y viviendas, tal como se puede consultar en el Documento nº2 del Proyecto.

4.5.2.RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL

ZONA 5: Marco Enterrado (alivio del Arroyo Cuartel)

El proyecto incluye la construcción de un alivio del cauce receptor principal para el desagüe en épocas de crecidas. Este trazado irá enterrado paralelo al Arroyo del Cuartel. Para su construcción se afecta a 2.530 m² de vegetación herbácea de prado que, una vez finalizadas las obras, deberá ser restaurada.

4.6. AUMENTO DE LA LAMINACIÓN DE LA RED DE DRENAJE NATURAL

4.6.1.RESTAURACIÓN ECOLÓGICA FLUVIAL DEL ARROYO DE LAS CALLEJAS

El arroyo de Las Callejas interceptado por el cauce receptor se encuentra fuertemente degradado. Dentro de las actuaciones de este proyecto se incluye la restauración fluvial entre el tramo que discurre entre la A-8 y el Camino de Santiago (50 m). Estas actuaciones se dirigen a restaurar la estructura longitudinal y transversal del mismo. Para ello se van a instalar 11 barreras vegetales filtrantes cada 5 m que ayuden a la retención de caudales líquidos y sólidos en el cauce, favoreciendo así la sucesión ecológica de la vegetación de ribera. Esta sucesión se incentivará con la eliminación de especies alóctonas e invasoras y con la plantación de especies autóctonas según la selección de especies denominada Tipo 3 y justificada en el *Anejo nº 10*.

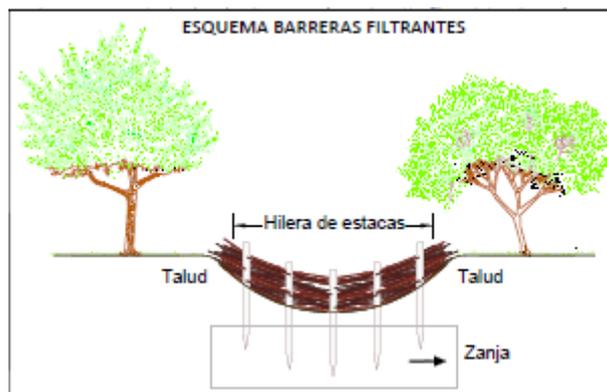


Figura 19 Sección tipo de las barreras filtrantes del proyecto

4.6.2. MEJORA DE LA CONECTIVIDAD

La parcela 1 del polígono 92, donde se ha diseñado la cuenca de infiltración para aumentar la capacidad de laminación (ver actuación 4.3), tiene doble funcionalidad. Dado que se encuentra próxima al hábitat de interés comunitario “1330. Pastizales salinos atlánticos” y que estos están comunicados con dicha parcela a través de la ODT de la N-632 en pleamar, se propone mejorar la conectividad de estos hábitats acondicionando esta cuenca para la regeneración de este hábitat. Para ello, se ha dotado a esta cuenca artificial de una geomorfología adecuada para favorecer su inundación periódica con las mareas. Esta modificación del régimen de las mareas implica la modificación de las condiciones de humedad, salinidad y textura del suelo, lo que favorecerá la sucesión ecológica de la vegetación de este hábitat. Los propágulos de las diferentes especies llegarán con las mareas, aumentando poco a poco el banco de semillas natural. Cada especie germinará cuando las condiciones de humedad y salinidad necesarias sean apropiadas para sus requerimientos específicos. Se descarta el aporte de material vegetal externo para evitar contaminación genética del espacio protegido.

La parcela contará con una capacidad total de 17.000 m³, en una superficie de 7.500 m², aproximadamente.

5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía que ha sido utilizada en el ámbito del proyecto, procedente de diversas fuentes de información, ha sido la siguiente, entre ellas, las principales:

- Confederación Hidrográfica del Cantábrico;
- Principado de Asturias;
- Centro de Descargas del CNIG

Los trabajos de topografía realizados como contraste a la cartografía recopilada, comprenden las actividades siguientes:

- Recopilación de información general del terreno y reportaje fotográfico del mismo.
- Implantación de bases y determinación de coordenadas de las mismas.
- Radiación de puntos del terreno y resto de elementos característicos para determinar sus coordenadas.
- Caracterización y definición geométrica de los cauces de los arroyos, canalizaciones y resto de obras de paso que existan
- Procesamiento y obtención de los distintos productos cartográficos.

En el *Anejo nº 3.- Cartografía y Topografía* se expone detalladamente todo lo relacionado con anterioridad.

6. ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

En el presente proyecto se ha realizado un estudio geológico – geotécnico cuyo objeto ha sido establecer las condiciones geológico geotécnicas del área de estudio y está basado en los datos obtenidos durante una campaña de reconocimiento llevada cabo mediante calicatas con toma de muestra, ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, ensayos de laboratorio y la inspección de tarea de estudio por un Geólogo especialista en geotecnia con amplia experiencia en trabajos similares. Además se ha realizado un inventario de taludes en el entorno con objeto de determinar el comportamiento de los taludes de desmonte a largo plazo.

Durante las labores de reconocimiento, se han identificado 3 unidades geotécnicas principales: unidad T, arcillas rojas, Unidad Qa1, suelos aluviales y Unidad R, rellenos antrópicos.

En base a los datos obtenidos tanto en laboratorio como en ensayos in situ se ha procedido a determinar los parámetros geotécnicos representativos de cada una de ellas, resultados que podemos ver en el *Anejo nº 4.- Geología y Geotecnia*.

A partir de la parametrización de los materiales presentes en el área de estudio se ha procedido a realizar los cálculos de estabilidad de taludes tanto para desmontes como para rellenos mediante Métodos de Equilibrio Límite. Los factores de seguridad obtenidos, son superiores a los habitualmente establecidos en proyectos de estas características. Para los taludes de desmonte se establecen inclinaciones 3H/2V mientras que los terraplenes se ejecutarán con inclinaciones 1H/1V.

Adicionalmente, se ha procedido a realizar una caracterización de la capacidad portante del sustrato de apoyo en cada una de las estructuras proyectas. En general todas las cimentaciones serán directas y se podrán dimensionar para una tensión máxima admisible $q_{adm} \geq 120 \text{KPa}$.

Los aspectos sísmicos se han analizado en base a la normativa de referencia y no es preciso tenerlo en cuenta, ya que la zona de proyecto presenta una aceleración sísmica básica inferior a 0,04g.

Por último, se dan algunas recomendaciones para el diseño tales como la necesidad de proteger la superficie de los taludes de desmonte o la preparación de la superficie de apoyo de los terraplenes.

7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

La descripción y caracterización del ámbito Climatológico e Hidrológico del entorno geográfico en el que se ubica una determinada obra es de una importancia crucial para establecer los criterios básicos a seguir en el planteamiento de las distintas medidas a adoptar, en cada uno de los campos de actuación, que influirán, de forma definitiva, en el resultado final de la misma, su funcionamiento diario y su perdurabilidad en el tiempo.

En el *Anejo nº 5.- Climatología e Hidrología* se detallan y justifican los cálculos que a continuación se resumen.

7.1. CLIMATOLOGÍA

El Estudio climatológico tiene el fin de caracterizar el entorno en el que se ubica el proyecto, se analizan datos de temperatura, precipitación y de diversos fenómenos meteorológicos, para posteriormente caracterizar el clima de la zona a través de índices y clasificaciones climáticas, y finalmente calcular el número de días previsiblemente aprovechables para la ejecución de las obras. En el caso de la zona de proyecto el clima predominante es húmedo y los días aprovechables (descontando fines de semana y festivos) para la ejecución de las obras, en función del tipo de obra y de la estación climatológica elegida, son:

Tabla 11. Número de días útiles para la ejecución de las obras.

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
HORMIGONES HIDRÁULICOS	11	10	13	12	13	14	17	16	16	14	11	12	157
HORMIGONES HIDRÁULICOS	14	13	16	16	17	17	19	18	18	17	15	15	195
ÁRIDOS	11	11	13	12	13	14	17	16	16	14	11	13	160

7.2. HIDROLOGÍA

El objeto del estudio hidrológico que se ha desarrollado en el *Anejo nº 5*, ha sido obtener los caudales máximos correspondientes a las cuencas de los arroyos orientales del núcleo de Villaviciosa en aquellas zonas donde se van a desarrollar las actuaciones, y donde el conocimiento de dichos caudales sea fundamental para la realización del proyecto.

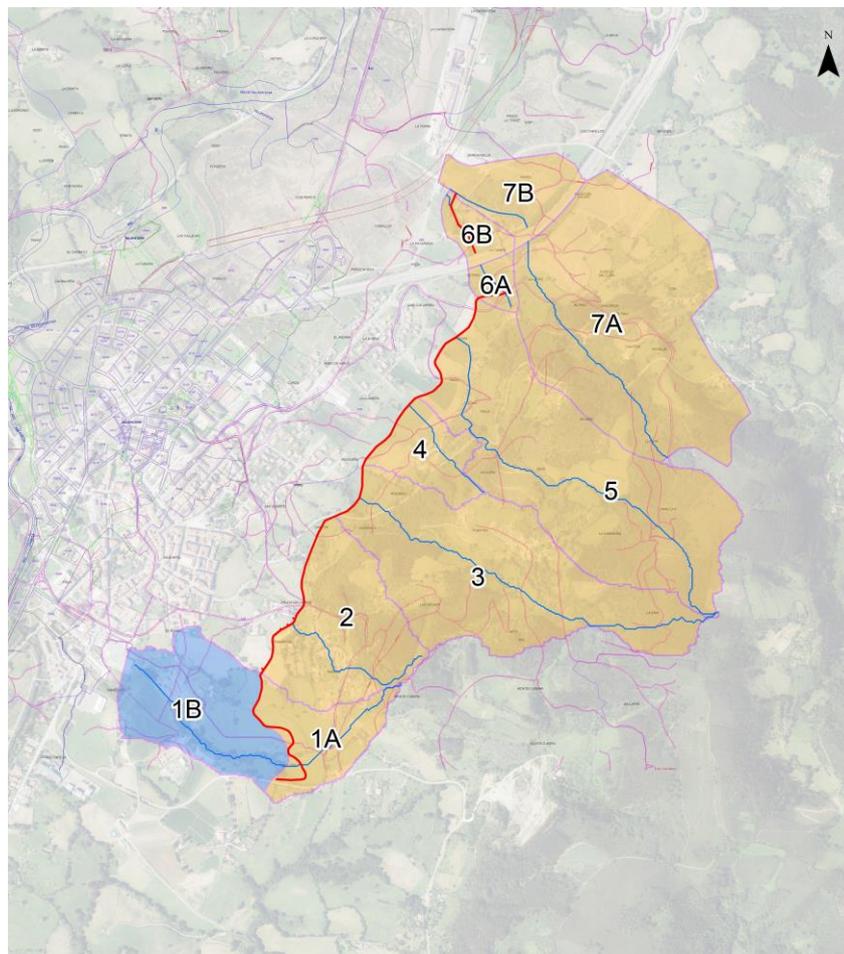


Figura 20. Cuencas de aportación estimadas en el diseño.

En concreto, se han calculado los caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años y se ha utilizado dos metodologías distintas:

- Gráfica G.N.1 – “Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T”, que se incluye en las Normas del vigente Plan Hidrológico Norte III de la Confederación Hidrográfica del Norte y el método racional.
- Instrucción 5.2.IC.Drenaje superficial.

Como resultado de la comparativa realizada entre ambas metodologías se han adoptado como caudales de diseño los obtenidos mediante el método racional.

Se incluyen como cuenca única de aportación al cauce receptor las conformadas por las cuencas 1a a 6a para el total del cauce receptor y las cuencas 1a a 2 para el primer tramo del mismo cauce:

Tabla 6. Caudales punta empleados.

Cuenca	Caudales Q (m ³ /s). Método Racional					
	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años
1a-6a	4,77	6,04	7,34	8,67	9,82	13,33
1a-2	1,51	1,91	2,33	2,75	3,11	4,22

8. ESTUDIO HIDRÁULICO

En el *Anejo nº 6.- Estudio hidráulico*, se recogen los cálculos hidráulicos realizados para definir las obras proyectadas en el presente proyecto, así como la capacidad de los cauces receptores en los diferentes periodos de retorno estudiados, para ello se ha utilizado el programa para el modelado de ríos InfoWorks ICM.

Como resumen de los estudios resultados obtenemos:

8.1. CAUCE RECEPTOR NATURALIZADO

El cauce receptor se ha dimensionado para la avenida de 100 años de periodo de retorno, dejando un resguardo para absorber los caudales correspondientes a la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Para el dimensionamiento de la escollera se ha simulado además el caudal de 5 años de periodo de retorno al objeto de estimar la altura mínima de la misma.

8.2. COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632 BAJO A-8

El cálculo hidráulico del colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje existente de la carretera N-632, se ha realizado mediante el empleo de la formulación incorporada en el programa InfoWorks ICM. Los resultados obtenidos garantizan el correcto funcionamiento hidráulico de cada tramo de colector estudiado.

8.3. PUNTO DE VERTIDO NORTE N-632 (ARROYO DE LAS CALLEJAS)

La ejecución de una zona de laminación de avenidas de 17.000 m³ junto a la carretera N-632 así como la construcción de un muro de 1,5 m en el límite de la vivienda existente, evita la inundación en la zona, permitiendo el drenaje a través de la ODT existente en periodos de bajamar.

Los valores de velocidad en el interior de los colectores y los calados generados aguas arriba de la entrada de las ODT proyectadas y existentes son los siguientes:

Tabla 7. Valores máximos alcanzados aguas arriba de los colectores modelizados. Punto de vertido norte.

Denominación ODT	Calado máx. (m)	Velocidad máx. (m/s)
ODT ϕ 600 mm bajo camino de servicio	1,29	7,81
ODT ϕ 1.800 mm bajo A-8	0,53	7,4
ODT ϕ 1.000 mm bajo Camino de Santiago	0,69	6,83
ODT ϕ 1.000 mm bajo acceso a finca	0,91	6,79
ODT ϕ 800 mm bajo N-632	1,36	1,88

En este anejo, se realizan también los cálculos mecánicos de los colectores definidos en el proyecto con el objetivo de comprobar que son capaces de resistir, con coeficientes de seguridad adecuados, las cargas externas a las que van a estar sometidos a lo largo de su vida útil.

9. REPLANTEO

En el *Anejo nº 7.- Replanteo*, se enumeran y describen las bases topográficas que se pueden emplear para el replanteo de los ejes principales del presente proyecto.

Así mismo, se ha realizado una triangulación de los ejes principales desde las citadas bases de replanteo.

El resultado de estos trabajos se encuentra en el mencionado anejo.

10. CÁLCULO DE ESCOLLERAS

10.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESCOLLERA

En el *Anejo nº 8.- Cálculo de escolleras* se ha realizado el dimensionamiento de las escolleras de protección del pie del talud y de la base del cauce receptor. Para este diseño se han considerado los siguientes métodos de cálculo:

- Fórmulas de Maza, del “Manual de Ingeniería de Ríos”.
- Fórmulas basadas en la experiencia de protecciones de escollera en Estados Unidos, extraída del libro “Ingeniería de Ríos”, del autor Juan Pedro Martín Vide.
- Cuerpo de ingenieros US. ARMY (1970), basado en la fórmula de ISBASH.
- Método HEC-11
- Fórmula de Escarameia y May (1992)
- Método de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE)

Como resultado de este cálculo se ha obtenido que para el periodo de retorno para el cual se ha realizado el dimensionamiento ($T=100$) y por la fiabilidad aportada por el método de Isbash, el tamaño surgido del mismo de $D_{50} = 0,30$ m.

10.2. GRANULOMETRÍA DEL MANTO DE ESCOLLERA DE DISEÑO

Para la determinación granulométrica del manto de escollera se adoptan las recomendaciones que aparecen en la publicación del MOPT “Control de la erosión fluvial en puentes”.

Las características granulométricas a exigir a la escollera serán las siguientes:

TAMAÑO DE LA ESCOLLERA	CEUCE RECEPTOR
Tamaño medio, D_{50}	30 cm
Tamaño máximo, D_{100}	55 cm
Tamaño mínimo, D_5	18 cm

10.3. GEOMETRÍA DE LA ESCOLLERA

La geometría de la escollera se presenta en los planos correspondientes.

Se diseña con unas **pendientes de taludes de 3H/2V** para todas las estabilizaciones.

A la hora de dimensionar la escollera, hay que prestar atención a la cimentación. Una protección puede fallar por mal dimensionamiento (peso escaso) pero quizá es más frecuente que falle derrumbándose, por haber quedado descalzada debido a la erosión del lecho junto al talud.

Se ha adoptado como espesor del manto de escollera $2D_{50}$. De esta manera, en cada una de las zonas se adoptarán las dimensiones correspondientes al $2D_{50}$ resultante.

Está comprobado que la efectividad de una protección de escollera (su resistencia al arrastre bajo una corriente) depende en gran medida del espesor o grosor de la protección, por lo que como criterio práctico la escollera estará formada por dos capas de elementos, de modo que el espesor de la protección debe ser de $2D_{50}$, de esta manera el espesor resultante es de **0,60 m** para la estabilización del cauce.

La escollera necesita un filtro para impedir la migración y pérdida de material del substrato bajo la acción hidrodinámica (o del agua intersticial), por lo que se proyecta la colocación de un geotextil de base de ≥ 300 gr/m², cuidando de evitar el punzonamiento por los vértices o aristas del escollo.

11. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

En el *Anejo nº 9* de la Memoria se incluye la totalidad de los cálculos realizados para el dimensionamiento y definición estructural de las obras de drenaje que forman parte del proyecto.

Estas obras de drenaje son las siguientes:

Tabla 8. Obras de drenaje.

Denominación	Tipología	Dimensiones	Actuación
OD-Zona depósito (cauce receptor)	Marco (drenaje)	2,00 m x 2,00m	Paso bajo camino de depósito y bajo AS-330
OD-Alivio arroyo Cuartel	Marco (drenaje)	1,00 m x 1,75m	Paso bajo camino peatonal anexo al cauce

12. VEGETACIÓN Y ELECCIÓN DE ESPECIES

En el *Anejo nº 10.- Vegetación y elección de especies*, se hace un análisis de la vegetación potencial y la existente actualmente en la zona de actuación. Posteriormente, se proponen unas especies a emplear en la renaturalización del área de la obra teniendo en cuenta su adaptación ecológica y su funcionalidad. Así, se han diferenciado finalmente 3 grupos de especies para las diferentes actuaciones, denominadas Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3.

13. PARCELARIO, BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Como *Anejo nº 11.- Parcelario, bienes y derechos afectados*, se han definido los terrenos que son necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas en el presente proyecto y, en segundo lugar, se ha incluido una relación concreta e individualizada de los bienes y derechos cuya afección se considera ineludible para la correcta ejecución de las obras proyectadas.

La valoración de los terrenos afectados asciende un total de **447.396,66 €**.

14. SERVICIOS AFECTADOS

Las actuaciones a ejecutar dentro del presente proyecto originan una serie de interferencias con las redes de servicios existentes.

En el *Anejo nº 12.- Servicios afectados*, se analizan los servicios existentes en el ámbito de las actuaciones proyectadas, independientemente de que resulten afectadas o no, al objeto de que su situación sea tenida en cuenta durante la ejecución de las obras. Asimismo, se analiza su afección y reposición y se detallan las modificaciones propuestas en cada red de servicios.

Las actuaciones relacionadas con los servicios afectados de este proyecto se pueden resumir en las siguientes:

- Reposición de servicios telefónicos afectados por la traza en el comienzo del cauce receptor (junto a la AS-332) y a la altura del p.k.1+220 junto a la carretera AS-330.
- Reposición de conducción de agua desde el depósito captador de la fuente El Pedregal hasta el depósito existente a la altura del p.k. 0+960.
- Reposición de tubería de polietileno que se encuentra en el arroyo Cuartel y que se verá afectada por las conducciones de 1.800 mm desde el cauce receptor hasta la N-632.
- Posibles reposiciones de instalaciones de abastecimiento y saneamiento no detectadas, en edificaciones situadas en zonas rurales.

15. GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento del artículo 4 del R.D. 105/2008 de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, y conforme la Ley 22/2011 de 21 de abril para aquellos residuos que se puedan generar durante las obras y cuya naturaleza no sea la construcción y demolición, se incluye el *Anejo nº 14* sobre la gestión de dichos residuos y se incluye un capítulo en el presupuesto del presente Proyecto de construcción.

La partida presupuestaria asignada para proceder al transporte y gestión de los residuos producidos en obra asciende a la cantidad en ejecución material de **TRESCIENTOS VEINTIDOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS (322.734,78 €)**.

16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el *Anejo nº 15* de la presente Memoria figura la justificación de los precios de las distintas unidades de obra que integran el presente proyecto.

La determinación de los precios se organiza partiendo de los jornales base legalmente establecidos y con el número de jornadas útiles al año, cargándoles las atenciones sociales fijadas por las disposiciones de carácter laboral que las regulan.

Para los materiales de adquisición directa y para los transportes, se tienen en cuenta los precios actuales del mercado, hecha consideración de las distancias correspondientes.

Se plantea seguidamente la determinación de la repercusión de la maquinaria, considerando cuál sería la más apropiada para cada tajo concreto y estableciendo los rendimientos correspondientes.

Fijados de esta manera los jornales, el coste de los materiales y la repercusión de la maquinaria, se obtienen los precios principales, de los que a su vez se obtienen los correspondientes a las diversas unidades de obras, teniendo en cuenta los costes indirectos.

17. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

En los que se refiere a la necesidad de evaluación del impacto ambiental del Proyecto, las actuaciones proyectadas no se encuentran contempladas en ninguno de los supuestos incluidos en los anexos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, por lo que el proyecto no necesitaría ser sometido a trámite ambiental.

El *Anejo nº 16.- Documentación Ambiental* contiene igualmente la información necesaria para la tramitación ambiental del presente Proyecto. En el mismo se incluye:

- Una breve descripción del proyecto, sus objetivos, justificación y alternativas.
- La normativa ambiental de impacto ambiental y otra normativa ambiental relacionada,
- Una descripción del medio en el entorno del proyecto y de coincidencia con figuras de protección medioambiental,
- Un análisis de las afecciones ambientales,
- Una propuesta de medidas preventivas y correctoras de los impactos negativos, y
- Un Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental a aplicar durante la ejecución de las obras, para el control de la correcta aplicación de las medidas.

18. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo previsto para la ejecución total de las obras es de once (11) meses, contados a partir del Acta de Comprobación del Replanteo. En el *Anejo nº 13*, se presenta un cronograma de las actividades que componen los trabajos previstos

Como periodo de garantía se considera UN (1) año, contado a partir de la recepción de las obras.

19. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Según la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, Capítulo II, Revisión de precios en los contratos de las entidades del Sector Público, la revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos del sector público tendrá lugar, en los términos establecidos en este Capítulo, cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por 100 de su importe y hubiesen transcurrido dos años desde su formalización. En consecuencia el primer 20 por 100 ejecutado y los dos primeros años transcurridos desde la formalización quedarán excluidos de la revisión.

Teniendo en cuenta que el tiempo de ejecución de las obras es inferior al límite establecido en la legislación vigente en la materia se entiende que no ha lugar a la revisión de precios para este contrato.

20. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según se establece acuerdo al artículo 77 de la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, para los contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 500.000 euros, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.

Para los contratos de obras cuyo valor estimado sea inferior a 500.000 euros la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, acreditará su solvencia económica y financiera y solvencia técnica para contratar.

Según las modificaciones del Real Decreto 773/2015 y los artículos 25, 26 y 36 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, se propone la siguiente clasificación en grupos, subgrupos y categorías a considerar para la clasificación de los contratistas:

GRUPO		SUBGRUPOS		CATEGORÍA
B	Puentes, viaductos y grandes estructuras	2	De hormigón armado.	4
K	Especiales	6	Jardinería y plantaciones.	4

En el *Anejo nº 18.- Clasificación del contratista*, se desarrolla la metodología y el cálculo para clasificar las obras derivadas de este proyecto.

21. CÓDIGO CPV DEL CONTRATO

En aplicación del Reglamento (CE) Nº 213/2008 de la Comisión de 28 de noviembre de 2007 que modifica el Reglamento (CE) Nº 2195/202 del Parlamento Europeo y del Consejo, se establece el código CPV de aplicación para la contratación pública, con el fin de normalizar las referencias utilizadas por los Órganos de contratación y las entidades adjudicadoras.

A continuación se proponen los códigos CPV de aplicación al contrato de obras del presente proyecto:

- 45246200-5 Trabajos de protección de riberas fluviales
- 45247112-8 Trabajos de construcción de canales de desagüe
- 77315000-1 Trabajos de siembra

22. FORMA DE ADJUDICACIÓN

Para la adjudicación del contrato de obras se seguirá lo dictado y de conformidad con lo estipulado en la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, y en particular lo indicado en el artículo 156 de dicha Ley.

Se propone como forma de adjudicación de las obras la de **procedimiento abierto**.

23. PRESUPUESTO

Los precios de las distintas unidades de obra que figuran en los Cuadros de Precios nº 1 y nº 2 han sido obtenidos conforme a la descomposición que figura en el *Anejo nº 15.- Justificación de Precios*.

Para la obtención de estos precios se ha considerado la repercusión de todos los impuestos aplicables a los mismos; adoptando como porcentaje de costes indirectos el 6%.

Aplicando los precios anteriores a las distintas unidades de obra cuya medición figura en el Documento nº 4 del presente Proyecto, se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de: **TRES MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (3.459.743,49 €)**.

El valor estimado de contrato se ha determinado a partir del presupuesto de ejecución material al que se le añade un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial. Dicho importe asciende a la cantidad de **CUATRO MILLONES CIENTO DIECISIETE MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (4.117.094,75 €)**.

El impuesto sobre el Valor Añadido es del 21%, sobre el valor estimado del contrato. Impuesto sobre el Valor Añadido por importe de 864.589,90 €.

El Presupuesto Base de Licitación asciende a la cantidad de **CUATRO MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS (4.981.684,65 €)**.

24. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras Públicas, y según su artículo 4, se hace necesario incluir en el proyecto el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud.

De esta manera, el estudio que se desarrolla tiene por objeto prevenir los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales derivados de los trabajos de construcción de las obras descritas, al tiempo que se definen los locales preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores que han de ejecutarlas.

En la elaboración del estudio se han tenido en cuenta la secuencia de tajos, los procedimientos constructivos propuestos y la distribución espacial y temporal de personal, de acuerdo con el Plan de Obra.

Este estudio se adjunta en el *Documento nº 5* del proyecto y consta de los siguientes capítulos:

- Memoria
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

El importe de este estudio de seguridad y salud asciende a **67.062,81 €**.

25. EQUIPO REDACTOR

El presente Proyecto ha sido redactado por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico contando con la Asistencia Técnica de la Empresa Consultora Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.L.

26. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA

Memoria

Anejos a la memoria

Anejo nº 1: Resumen de características generales del proyecto

Anejo nº 2: Estudio de alternativas

Anejo nº 3: Cartografía y Topografía

Anejo nº 4: Geología y geotecnia

Anejo nº 5: Climatología e Hidrología

Anejo nº 6: Estudio Hidráulico

Anejo nº 7: Replanteo

Anejo nº 8: Calculo de escolleras

Anejo nº 9: Calculo de estructuras

Anejo nº 10: Vegetación y elección de especies

Anejo nº 11: Parcelario, bienes y derechos afectados

Anejo nº 12: Servicios afectados

Anejo nº 13: Plan de Obra

Anejo nº 14: Gestión de Residuos

Anejo nº 15: Justificación de Precios

Anejo nº 16: Documentación ambiental

Anejo nº 17: Reportaje fotográfico

Anejo nº 18: Clasificación del contratista

Anejo nº 19: Presupuesto para Conocimiento de la Administración

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO

4.1. MEDICIONES

4.1.1. Mediciones generales

4.2. CUADROS DE PRECIOS

4.2.1. Cuadro de precios Nº1

4.2.2. Cuadro de precios Nº2

4.3. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.3.1. Presupuesto Parcial

4.3.2. Presupuesto por Capítulos

4.4. PRESUPUESTO GENERAL

4.4.1. Presupuesto de Ejecución Material

4.4.2. Presupuesto Base de Licitación

DOCUMENTO Nº 5.-ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria

Planos

Pliego de condiciones particulares

Presupuesto

27. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA Y CONCLUSIÓN

Se hace constar que el presente proyecto constituye una obra completa que puede entregarse al uso público una vez concluida, en conformidad con el artículo 13 de la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

Estimándose por todo lo anteriormente expuesto que las obras expuestas se encuentran suficientemente justificadas y que se atiende a las necesidades planteadas, se somete el presente proyecto a la Superioridad para su aprobación y efectos oportunos, si procede.

Oviedo, marzo de 2021
Confederación Hidrográfica del Cantábrico
El Director de los trabajos

Fdo.: D. Jorge A. Rodríguez González

Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L.
El Ingeniero autor del Proyecto

Fdo.: D. Tomás Rodríguez García

ANEJOS

ÍNDICE DE ANEJOS

- Anejo nº1.-Resumen de características generales del proyecto
- Anejo nº2.- Estudio de alternativas
- Anejo nº3.- Cartografía y topografía
- Anejo nº4.- Geología y geotecnia
- Anejo nº5.- Climatología-Hidrología
- Anejo nº6.- Estudio Hidráulico
- Anejo nº7.- Replanteo
- Anejo nº8.- Cálculo de escolleras
- Anejo nº9.- Cálculo de estructuras
- Anejo nº10.- Vegetación y elección de especies
- Anejo nº11.- Parcelario, bienes y derechos afectados
- Anejo nº12.- Servicios afectados
- Anejo nº13.- Plan de Obra
- Anejo nº14.- Gestión de Residuos
- Anejo nº15.- Justificación de Precios
- Anejo nº16.- Documentación ambiental
- Anejo nº17.-Reportaje fotográfico
- Anejo nº18.- Clasificación del contratista
- Anejo nº19.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración

ANEJO Nº1.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

ÍNDICE

1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	1
1.1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	1
1.2.	DATOS DE SITUACIÓN	1
2.	ACTUACIONES.....	1
2.1.	CAUCE RECEPTOR PRINCIPAL	1
2.2.	ACTUACIONES ENTRE LAS A-8 Y LA N-632.....	2
2.3.	OTROS.....	3
3.	RESUMEN DE LAS MEDICIONES DE LAS OBRAS	3
3.1.	RESUMEN DE LAS MEDICIONES	3
3.2.	PRESUPUESTO POR CAPÍTULO.....	5
3.3.	PRESUPUESTOS GENERALES	6

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- TÍTULO DEL PROYECTO: Drenaje sostenible y renaturalización de los arroyos orientales (Pedregal, Cuartel, Alosei y Manzana) del núcleo de Villaviciosa, a su paso por el término municipal de Villaviciosa (Asturias)”
- Promotor del proyecto: Confederación Hidrográfica del Cantábrico.
- Autor del proyecto: D. Tomás Rodríguez García
- Dirección del proyecto: D. Jorge A. Rodríguez González
- Plazo de ejecución de las obras: 11 Meses

1.2. DATOS DE SITUACIÓN

- Comunidad autónoma: Asturias
- Término municipal: Villaviciosa

2. ACTUACIONES

2.1. CAUCE RECEPTOR PRINCIPAL

El cauce receptor principal, se divide en los siguientes tramos:

TRAMO	P.K INICIAL	P.K FINAL	SECCIÓN TIPO (base x altura)
TRAMO 1	0+000	0+740	CAUCE (1,5 m x 1,0 m)
TRAMO 2	0+740	0+780	CAUCE (2,0 m x 1,0 m)
TRAMO 3	0+780	0+920	CAUCE (1,5 m x 1,0 m)
TRAMO 4	0+920	1+215	MARCOS (2,0 m x 2,0m)
TRAMO 5	1+215	1+982	CAUCE (2,6 m x 1,6 m)
TRAMO 6	1+982	2+231	CAUCE (5,0 m x 0,7 m)
TRAMO 7	1+965	N-632	CONDUCTOS DE 1800mm

Como datos singulares del cauce receptor general cabe destacar:

- Talud cauce: 3H/2V
- Talud exterior camino perimetral: 1H/1V
- Pendiente longitudinal cauce: 0.5%
- Longitud total cauce en sección trapezoidal: 1.936 m
- Longitud total tramos cauce: 2.231 m
- Caudal de diseño del cauce receptor principal:
 - Tramos 1, 2, 3 y 4: 3,95 m³/s

- Tramo 5: 10,04 m³/s
- Tramo 6: 5,04 m³/s
- Caudal de diseño en tramo 7: 5 m³/s
- Escollera para estabilización y protección del cauce:
 - Tramos 1, 2 y 3: 0,70 m de altura sobre la base del cauce y 0,6 m de espesor
 - Tramo 5: 1,0 m de altura sobre la base del cauce y 0,6 m de espesor
 - Tramo 6: 0,30 m de altura sobre la base del cauce y 0,6 m de espesor
- m² desbroce: 36.707,64
- m³ excavación: 36.637,84
- m³ rellenos con material de aportación: 15.328,74
- m barandilla de protección en márgenes de camino y perímetro cauce: 6.871
- m³ escollera: 6.338,96
- m² eliminación de plantas invasoras: 3.950,36
- m³ zahorra artificial en caminos: 10.804,00
- m bordillo en camino perimetral: 5.302,00
- m² impermeabilización de taludes: 14.153,38
- m³ escollera: 6.338,96
- m marco de hormigón de sección 2 m x 2 m "in situ": 295 (65 entibados)
- m marco de hormigón de sección 1,75 m x 1 m "in situ": 7,20
- Hormigones estructurales en marcos: 845,84 m³
- Acero estructural en marcos: 90.359,07 Kg
- m conductos de 1.800mm en alivio hacia N-632: 238
- N^o pozos en encauzamiento hacia N-632= 13
- m² manta orgánica biodegradable en taludes: 21.180,37
- m² tratamiento taludes en bioestabilización: 15.387,37
- m² regeneración del terreno con plantaciones de especies autóctonas: 18.859,00
- m reposición telefonía: 95 en zanja y 190 aéreo
- m reposición conducciones abastecimiento: 20 de fundición y 200 de polietileno

2.2. ACTUACIONES ENTRE LAS A-8 Y LA N-632

Las actuaciones en esta zona se distinguen en tres básicamente:

- Tramo entre A-8 y cruce camino de Santiago (desde el paso del de 1.800 mm bajo la autovía A-8 hasta el vial asfaltado)
 - Acondicionamiento y se colocación elementos disipadores de energía entre la A-8 y el Camino de Santiago: 11 uds.

- Regeneración del terreno con plantaciones de especies autóctonas: 720 m².
- Reposición de conducto de drenaje actual bajo el camino de Santiago consistente en un paso de dimensiones 0,56 m x 0,3 m, por un nuevo conducto de 1.000 mm de diámetro.
 - o Longitud: 8 m
- Tramo a lo largo del cauce existente hasta la parcela de los manzanos
 - Sustitución de elemento de drenaje de dimensiones 0,4 m x 0,2 m situado en el cauce y que sirve de paso hacia las edificaciones, por un nuevo conducto de 1.000 mm de diámetro.
 - o Longitud: 18 m
- Tramo final hasta la cuenca de infiltración junto a la N-632
 - Sustitución del conducto existente de 400 mm de diámetro por un cauce trapezoidal de 1,5 m en la base y 1 m de alto
 - o Longitud: 30 m
 - Cuenca de infiltración capaz de albergar 17.000 m³, en una superficie de 7.011,29 m² drenándose en la bajamar a través de la ODT de 800 mm de diámetro existente en la N-632.
 - Motas de protección para sobreelevaciones 94 m. en vivienda anexa y 138 m en contorno sobre N-632 y vial contiguo.

2.3. OTROS

A parte de las obras propiamente dichas, se contempla unas partidas presupuestarias para la gestión de los residuos de construcción y el seguimiento ambiental durante la realización de las obras.

3. RESUMEN DE LAS MEDICIONES DE LAS OBRAS

3.1. RESUMEN DE LAS MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	EUROS / UD	EUROS ^	%	Σ
UD.163	Tratamiento taludes en desmonte cauce	15.387,37	m ²	29,00	446.233,73	12,90	12,90
UD.201	Manta orgánica biodegradable tejido en coco de densidad >900 g/m ²	23.497,57	m ²	16,12	378.780,83	10,95	23,85
UD.516	Barandilla balaustrada madera de protección de 1,25 m de altura	6.871,00	m	52,69	362.032,99	10,46	34,31
GR01	Gestión y transporte de residuos de tierras	43.903,14	m ³	6,64	291.516,85	8,43	42,74
UD.206	Escollera procedente de cantera diámetro medio 0,60 m	6.448,56	m ³	33,04	213.060,42	6,16	48,90
UD.204	Colocación de estaquillas vivas de sauce de Ø 2-5 cm / 8-12 cm	15.387,37	m ²	11,77	181.109,34	5,23	54,13
UD.010	Relleno tierras mecán. C/aport.	15.853,77	m ³	8,38	132.854,58	3,84	57,97
UD.081	Hor. HA-30/B/20/ IIIa	845,84	m ³	142,69	120.692,91	3,49	61,46

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	EUROS / UD	EUROS ^	%	Σ
UD.269	Encofrado plano	3.692,38	m ²	31,84	117.565,38	3,40	64,86
UD.091	Acero en barras corrugadas B 500 S	90.359,07	kg	1,29	116.563,20	3,37	68,23
UD.024	Lámina de impermeabilización polietileno, espesor mínimo 1,5 mm	14.153,38	m ²	7,94	112.377,84	3,25	71,48
UD.015	Excavación en terreno sin clasificar	51.661,82	m ³	2,00	103.323,64	2,99	74,47
UD.074	Bordillo jardinería 9x19 cm.	5.302,00	m	16,19	85.839,38	2,48	76,95
UD.051	Geotextil sintético no tejido, de densidad >= 500 gr/m ²	14.153,38	m ²	5,65	79.966,60	2,31	79,26
UD.0601	P.A. Seguridad y Salud	1,00		67.062,81	67.062,81	1,94	81,20
UD.071	Arqueta 2500x2500 H= 2000 agujero para tub. 1800	21,00	ud	2.849,17	59.832,57	1,73	82,93
UD.525	Subbase zahorra e=25cm,c/geotex.	10.869,00	m ²	4,45	48.367,05	1,40	84,33
UD.016	Desbroce mecánico del terreno	43.718,93	m ²	1,07	46.779,26	1,35	85,68
UD.065	Tubo D=180 cm. H.A. M/granular	238,00	m	190,47	45.331,86	1,31	86,99
UD.070	Arqueta 2500x2500 H= 2000 agujero para tub. 1800 con solera	12,00	ud	3.438,53	41.262,36	1,19	88,18
UD.097	Entibación a base de tablestacas recuperables.	700,00	m ²	55,40	38.780,00	1,12	89,30
UD.1200	Desmontaje de vallado de piedra existente	220,00	m	128,79	28.333,80	0,82	90,12
UD.017	Relleno con material procedente de la propia excavación	8.677,09	m ³	3,09	26.812,21	0,77	90,89
GR07	Gestión y transporte de residuos de materiales no petreos	2.350,27	m ³	11,26	26.464,04	0,76	91,65
UD.164	Tratamiento taludes en terraplén/desmonte camino	8.191,87	m ²	2,96	24.247,94	0,70	92,35
UD.036	Colocación material guijoso - terroso	10.719,74	m ³	1,90	20.367,51	0,59	92,94
UD.600	Pavimento de terrizo Aripaq o similar (8 cm)	614,64	m ²	22,17	13.626,57	0,39	93,33
UD.018	Limpieza y desbroce selectivo de la veg. riparia con dens. media	1.100,00	m ²	11,20	12.320,00	0,36	93,69
UD.271	Regeneración terreno con plantación de especies autóctonas. Tipo 1	12.654,00	m ²	0,96	12.147,84	0,35	94,04
UD.061	Tapa prefabricada para arqueta 2500x2500x250	12,00	ud	1.000,04	12.000,48	0,35	94,39
UD.057	Tubería drenaje PVC D=110 mm de diámetro incluso colocación y material filtro.	608,00	m	18,23	11.083,84	0,32	94,71
UD.200	Campaña estudio cimentaciones anexas depósito	1,00	ud	9.704,51	9.704,51	0,28	94,99
UD.100	Cable de pares de cobre.	665,00	m	12,79	8.505,35	0,25	95,24
UD.1210	Restitución de vallado de piedra existente	40,00	m	206,08	8.243,20	0,24	95,48
UD.053	Tubo D=100 cm. H.A. para encauzamiento	51,50	m	151,23	7.788,35	0,23	95,71
UD.082	Relleno de hormigón ciclópeo	104,40	m ³	74,19	7.745,44	0,22	95,93
UD.032	Delimitación de la zona de obras	6.192,00	m	1,17	7.244,64	0,21	96,14
UD.089	Imperm. Asfált. Trasdós muros	1.984,80	m ²	3,48	6.907,10	0,20	96,34
UD.049	Pavimento M.B.C. tipo G-20 8 cm.	260,00	m ²	25,89	6.731,40	0,19	96,53
UD.086	Hor. Limp. HL-150/B/20	89,24	m ³	74,35	6.634,99	0,19	96,72
UD.020	Excavación en zanjas, pozos o zonas localizadas	263,00	m ³	25,03	6.582,89	0,19	96,91
UD.060	Conos de hormigón B 1000x600x700-1500 asimétrico	12,00	ud	535,18	6.422,16	0,19	97,10
UD.275	Barreras vegetales filtrantes	11,00	ud	538,27	5.920,97	0,17	97,27
UD.272	Regeneración terreno con plantación de especies autóctonas. Tipo 2	4.456,00	m ²	1,30	5.792,80	0,17	97,44
UD.1100	Vigilancia y control ambiental de la obra	11,00	ud	480,16	5.281,76	0,15	97,59
UD.058	Paso salvacunetas. D=40 cm. rec. hormigón.	30,00	m	157,55	4.726,50	0,14	97,73
UD.073	Boquilla aletas O. F. 100 cm.	4,00	ud	1.177,36	4.709,44	0,14	97,87
UD.800	Banco 6 tubos ø 11 cm	95,00	m	46,42	4.409,90	0,13	98,00
UD.035	Relleno tierras mecán. C/aport.	525,03	m ³	8,38	4.399,73	0,13	98,13

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	EUROS / UD	EUROS ^	%	Σ
UD.096	Micropillote de hasta 200 mm, metro e inyección tipo IRS con lechada de cemento	50,00	m	84,25	4.212,50	0,12	98,25
UD.099	Junta hidroexpansiva	588,00	m	7,13	4.192,44	0,12	98,37
UD.021	Informes intermedios y final de seguimiento ambiental	4,00	ud	1.026,72	4.106,88	0,12	98,49
UD.900	Señal rectangular 90X60 cm. Retrorreflectancia clase RA2	18,00	ud	214,37	3.858,66	0,11	98,60
UD.090	Murete de mampostería	18,50	m³	203,23	3.759,76	0,11	98,71
UD.069	Extracción y transp. de tocón	212,00	ud	16,89	3.580,68	0,10	98,81
UD.063	Arqueta o. F. Caño 180 cm.	1,00	ud	3.525,81	3.525,81	0,10	98,91
UD.095	Transporte, montaje y retirada de equipo de micropilotaje.	1,00	ud	3.500,00	3.500,00	0,10	99,01
UD.022	Eliminación de plantás alóctonas e invasoras	3.775,76	m²	0,90	3.398,18	0,10	99,11
UD.019	Rell.mate.granular compactado	395,32	m³	8,09	3.198,12	0,09	99,20
UD.098	Junta elastica ancho de 250 mm.	266,00	m	10,73	2.854,18	0,08	99,28
UD.701	Barrera de seguridad doble onda	65,00	m	39,25	2.551,25	0,07	99,35
UD.207	Suministro y colocación de bloques de escollera en arroyo (0,5m3/bloque)	56,00	ud	44,02	2.465,12	0,07	99,42
UD.068	Cuneta triangular revestida HM-20	130,00	m	17,53	2.278,90	0,07	99,49
GR06	Gestión y transporte de residuos de mezclas bituminosas	57,50	m³	35,64	2.049,30	0,06	99,55
UD.002	Extendido de tierra vegetal	942,66	m³	2,10	1.979,59	0,06	99,61
UD.055	Tubería de polietileno 63 mm. 2"	200,00	m	9,41	1.882,00	0,05	99,66
UD.031	Protección atmosférica	22,00	Día	78,45	1.725,90	0,05	99,71
GR02	Gestión y transporte de residuos de hormigón	102,21	t	16,87	1.724,28	0,05	99,76
UD.062	Arq. Desag. Med., dren., colector	4,00	ud	401,43	1.605,72	0,05	99,81
UD.040	Limpieza de cauce	200,00	m	8,01	1.602,00	0,05	99,86
UD.087	Sellado juntas caucho sintético	218,40	m	7,19	1.570,30	0,05	99,91
UD.025	Control de partículas sedimentables y medio hídrico	6,00	ud	252,82	1.516,92	0,04	99,95
UD.033	Demo/Trans. Pav. Mezcla Bituminosa	260,00	m²	5,81	1.510,60	0,04	99,99
UD.067	Arqueta tipo DM telefonía	2,00	ud	636,00	1.272,00	0,04	100,00

3.2. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)
01	CAUCE RECEPTOR PRINCIPAL	2.989.361,49
02	TRAMO ENTRE A-8 Y N-632	58.745,60
03	GESTION DE RESIDUOS	322.734,78
04	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	21.838,81
05	SEGURIDAD Y SALUD	67.062,81

3.3. PRESUPUESTOS GENERALES

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3.459.743,49 €
Gastos Generales (13%)	449.766,65 €
Beneficio Industrial (6%)	207.584,61 €
SUMA	4.117.094,75 €
I.V.A (21%)	864.589,90 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	4.981.684,65 €
Expropiaciones	447.396,66 €
Conservación del Patrimonio Histórico y Cultural	49.816,85 €
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	5.478.898,16 €

ANEJO Nº 2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	OBJETO DEL ESTUDIO	1
3.	SITUACIÓN ACTUAL	3
4.	OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES.....	4
5.	ESTUDIO DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN	5
6.	METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE CAUDALES	6
6.1.	GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III	6
6.2.	MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL	7
7.	CAUDALES UNITARIOS DE LAS CUENCAS	8
7.1.	GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE	9
7.2.	MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL	10
7.2.1.	T=100 años.....	10
7.2.2.	T=500 años.....	11
8.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	12
8.1.	ALTERNATIVA Nº 0.....	13
8.1.1.	PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS.....	13
8.1.2.	PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS.....	16
8.2.	ALTERNATIVA Nº 1.....	18
8.2.1.	PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS.....	18
8.2.2.	PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS.....	20
8.3.	ALTERNATIVA Nº 2.....	23
8.3.1.	PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS.....	23
8.3.2.	PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS.....	25
9.	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS.....	28
9.1.	ALTERNATIVA Nº 0.....	28
9.2.	ALTERNATIVA Nº 1. T100	28
9.3.	ALTERNATIVA Nº 1. T500	29
9.4.	ALTERNATIVA Nº 2. T100	29
9.5.	ALTERNATIVA Nº 2. T500	30
10.	ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.....	30
10.1.	COMPARACIÓN AMBIENTAL.....	31
10.2.	COMPARACIÓN TERRITORIAL (AFECCIONES) O SOCIAL	37
10.3.	COMPARACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL.....	38
10.4.	COMPARACIÓN ECONÓMICA.....	38

10.5.	PONDERACIÓN DE OBJETIVOS Y RESULTADO FINAL DEL ANÁLISIS	39
11.	CONCLUSIONES Y ALTERNATIVA SELECCIONADA	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Caudales de diseño para T=100 y 500 años. (GPHN)	9
Tabla 2.	Caudales de diseño para T=100 años (Método racional)	10
Tabla 3.	Caudales de diseño para T=500 años (Método racional)	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zona de estudio.....	3
Figura 2.	Cuencas de aportación al entorno de la población	5
Figura 3.	Gráfica G.N.1- Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T	6
Figura 4.	Cuencas y subcuencas a considerar según la aproximación el trazado inicial propuesto por el Ayuntamiento de Villaviciosa	8
Figura 5.	Ubicación de los posibles puntos de evacuación de los caudales interceptados	12
Figura 6.	Cauce existente, muro perimetral y marcos bajo vial	13
Figura 7.	Marcos prefabricados en su salida a la ría	13
Figura 8.	Inundaciones en Villaviciosa (2018). Fuente LNE	15
Figura 9.	Alternativa 0	17
Figura 10.	Alternativa nº 1	22
Figura 11.	Alternativa nº 2	27

1. ANTECEDENTES

En el marco del contrato de servicios: **IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL Y DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO ORIENTAL. FASE 1. REVISIÓN DE LA EPRI Y MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN (CLAVE/REF.: 01.499-0086/0411)**, que EPTISA resulto adjudicataria se incluyen el desarrollo de diversas tareas. Una de las tareas incluidas es la redacción de 5 proyectos de infraestructuras verdes y restauración fluvial recogidos en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

En el PGRI de la Demarcación Hidrográfica Occidental, y muy particularmente en su Anejo 2. Descripción del programa de medidas, se relacionan una serie de medidas, a saber:

- Medidas de prevención de inundaciones.
- Medidas de protección frente a inundaciones.
- Medidas de preparación ante inundaciones.
- Medidas de recuperación y revisión tras inundaciones

En el marco de las medidas de protección frente a inundaciones, figuran entre otras las medidas 14.03.02 denominada “*Medidas estructurales (encauzamientos, motas, diques, etc.) que implican intervenciones físicas en los cauces, aguas costeras y áreas propensas a inundaciones*”. El objetivo de la implementación de este tipo de medidas es conseguir una **reducción, en la medida de lo posible, del riesgo a través de la disminución de la peligrosidad para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medio ambiente en las zonas inundables**

Las ARPSIs identificadas en Villaviciosa (ES018-AST-43-1 y ES018-AST-43-2), por la problemática de inundaciones y afecciones ocurridas de forma recurrente son objeto en el PGRI de eventuales medidas estructurales para el periodo 2015-2021.

El proyecto de **DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)**, se enmarca entre las medidas de actuación del PGRI, contribuyendo a interceptar y evacuar las aguas superficiales de escorrentía de ciertos arroyos orientales, que vierten sus aguas por la margen derecha de la ría de Villaviciosa a la altura del núcleo urbano de Villaviciosa.

2. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto final perseguido por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico con la redacción del presente estudio de alternativas (en el marco del Proyecto indicado), es definir la solución más ventajosa para dar servicio de drenaje sostenible y renaturalización del entorno de Villaviciosa como consecuencia de la aportación del caudal de escorrentía de los arroyos Pedregal, Cuartel, Alosei y

Manzana, que afectan al comportamiento hidráulico y sistema de evacuación de pluviales de la población en zonas no urbanas.

Como documentación de partida para la determinación de las alternativas, se analiza;

- La cartografía del entorno para el desarrollo de las cuencas de aportación y la orografía del terreno.
- Información meteorológica (Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)).
- Información sobre los suelos, edafología y de entorno.
- Características geológicas de la traza.
- PGOU de Villaviciosa.
- Estudio de Inundaciones realizados por la empresa EPTISA en la zona.

3. SITUACIÓN ACTUAL

El Proyecto de referencia se localiza íntegramente en el término municipal de Villaviciosa, en la zona costera asturiana. El caudal de aportación al municipio de Villaviciosa en su vertiente Sureste procedente de las zonas de Lavandero, San Vicente y El Pino entre otros, origina problemas de inundaciones en el entorno próximo a la localidad. Este hecho se acrecienta como consecuencia de la cercanía de la población a la Ría de Villaviciosa y que en épocas de crecida condiciona la evacuación del caudal de estas cuencas de aportación por los cauces normales hacia la ría.



Figura 1 Zona de estudio

4. OBJETIVOS DE LAS ACTUACIONES

Con la ejecución de esta actuación, se pretende dar solución al problema de drenaje de un modo sostenible, así como de renaturalizar el entorno de los cauces y zonas anexas a las obras a realizar. De este modo se consigue integrar en el paisaje las obras de drenaje necesarias para resolver los problemas del entorno a Villaviciosa.

De forma general, se valoran las siguientes alternativas que se fundamentan en criterios de trazados, condicionantes hidráulicos, estudios de inundación en los puntos de vertido y posibles afecciones ambientales o a zonas rústicas y/o urbanas.

La base del trazado inicial está fundamentada en las reuniones mantenidas con la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y el Ayuntamiento de Villaviciosa. En las primeras reuniones, se recoge que, para solventar el problema del drenaje de las cuencas, la solución prevista y ya tanteada por el Ayuntamiento es la de realizar un cauce receptor de sur a norte o viceversa para captar el caudal de los arroyos y encauzarlo a la Ría de Villaviciosa. Apoyados en esta base, se estudian las alternativas posibles y se redacta este anejo donde se recogen las opciones posibles.

5. ESTUDIO DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN

Una vez analizada la orografía y cartografía del terreno, las distintas cuencas de aportación de caudales al entorno de Villaviciosa en el área de estudio son las que se reflejan en la siguiente imagen.

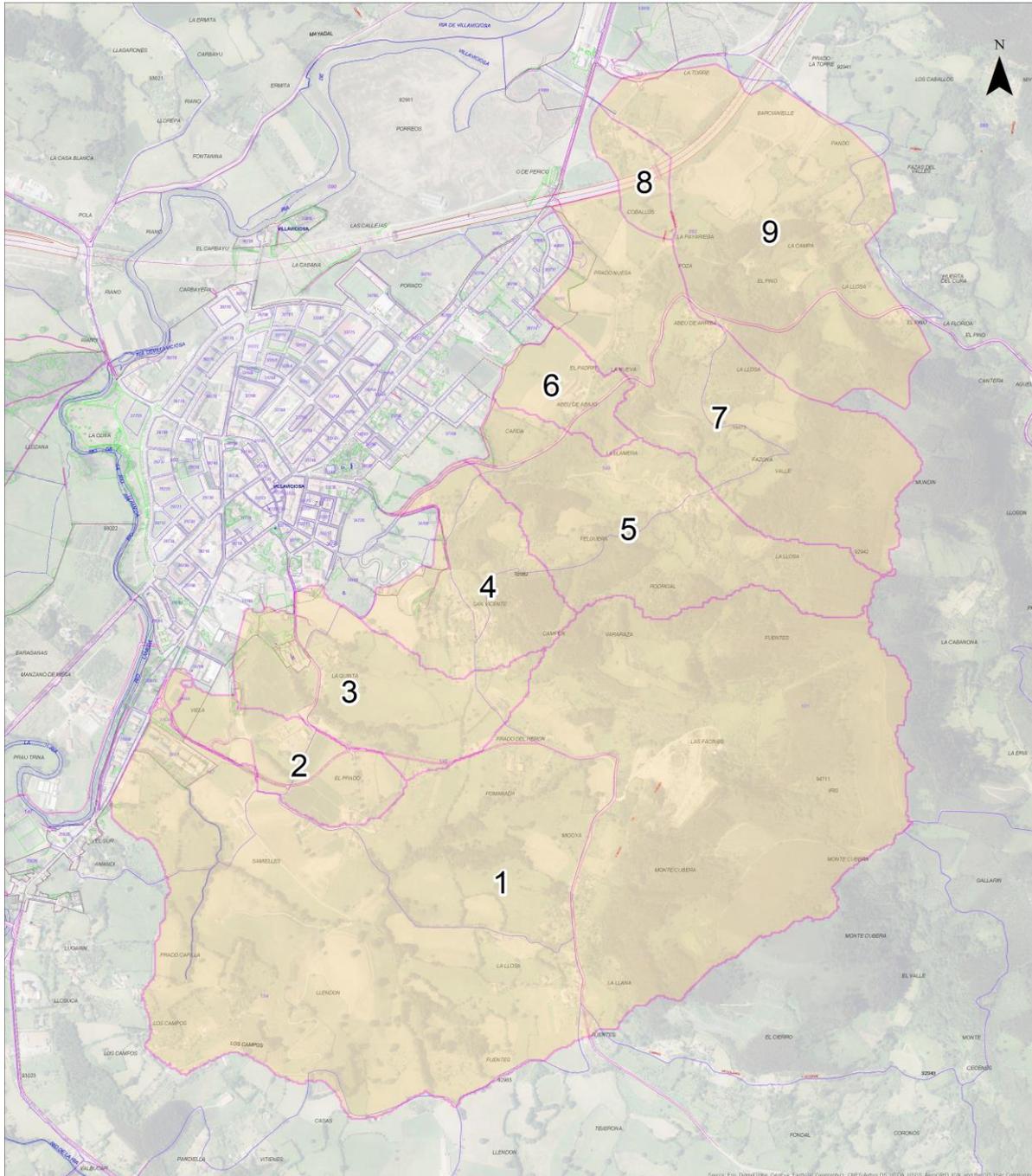


Figura 2. Cuencas de aportación al entorno de la población

Estas cuencas serán las que se verán interrumpidas en su flujo hacia Villaviciosa, por el cauce receptor a diseñar, paliando así los problemas de drenaje.

6. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Las metodologías empleadas para la estimación del caudal de aportación de las cuencas reflejadas en el apartado anterior se basan en las Gráficas Del Plan Hidrológico Del Norte II y en el método racional. Ambas metodologías se describen brevemente a continuación.

En este estudio de alternativas, se han determinado los caudales de avenida para los periodos de retorno de 100 y 500 años.

6.1. GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III

El primer método utilizado es la obtención del caudal específico con la gráfica G.N.1 – “Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T”, incluido en el Plan Hidrológico Norte III aprobado por Real Decreto 1664/1998, según lo establecido en el Apéndice 14 "Criterios técnicos para la elaboración de estudios hidráulicos", apartado 5.3 del Anexo II del Real Decreto 1/2016 de 8 de enero, y en el que se relaciona la superficie afluyente en km² con el caudal específico en m³/s km² para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

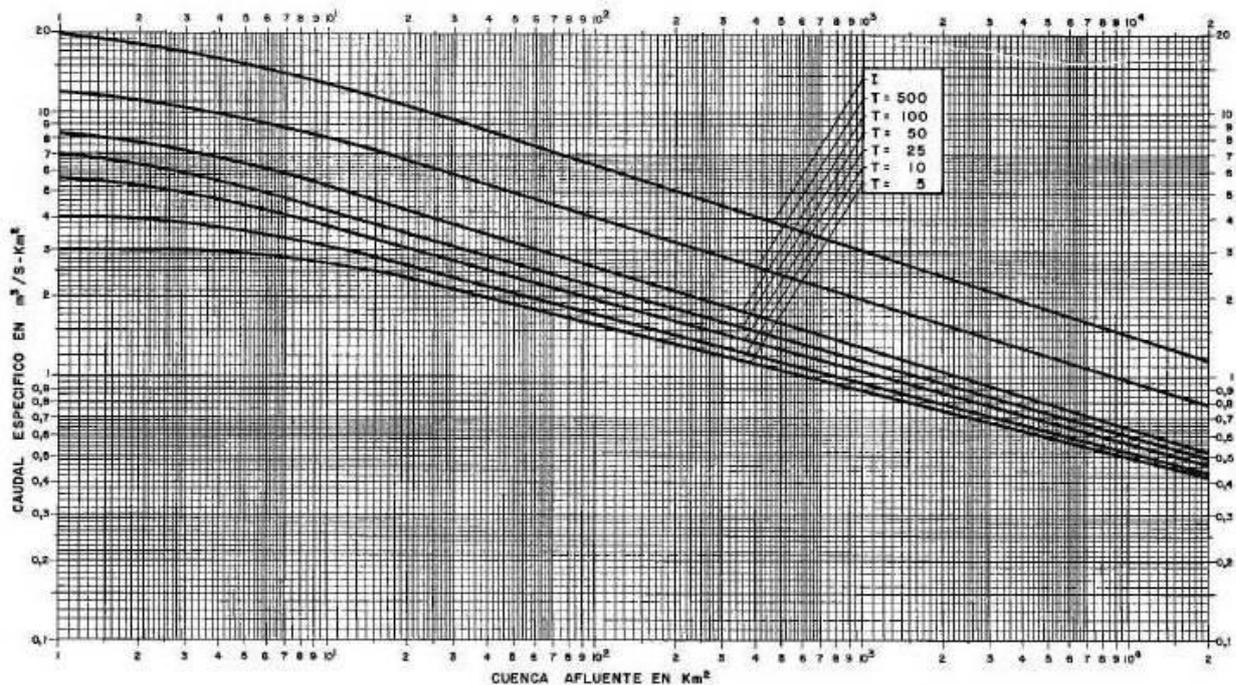


Figura 3. Gráfica G.N.1- Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T

6.2. MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL

La metodología de cálculo por el Método Racional permite obtener el caudal punta a partir del coeficiente de escorrentía C , la máxima intensidad media I durante el periodo de cálculo correspondiente al tiempo de concentración t_c , y a la superficie de la cuenca A con la expresión:

$$Q = \frac{I * C * A * K_t}{3,6}$$

Donde:

Q: caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T en un punto de la cuenca, en m^3/s .

I: intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.

C: coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.

A: área de la cuenca, en km^2 .

K_t : coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

7. CAUDALES UNITARIOS DE LAS CUENCAS

Para una primera estimación de los caudales de las cuencas, se ha partido de una aproximación al trazado inicial propuesto por el Ayuntamiento de Villaviciosa y que representarían las siguientes cuencas y subcuencas.

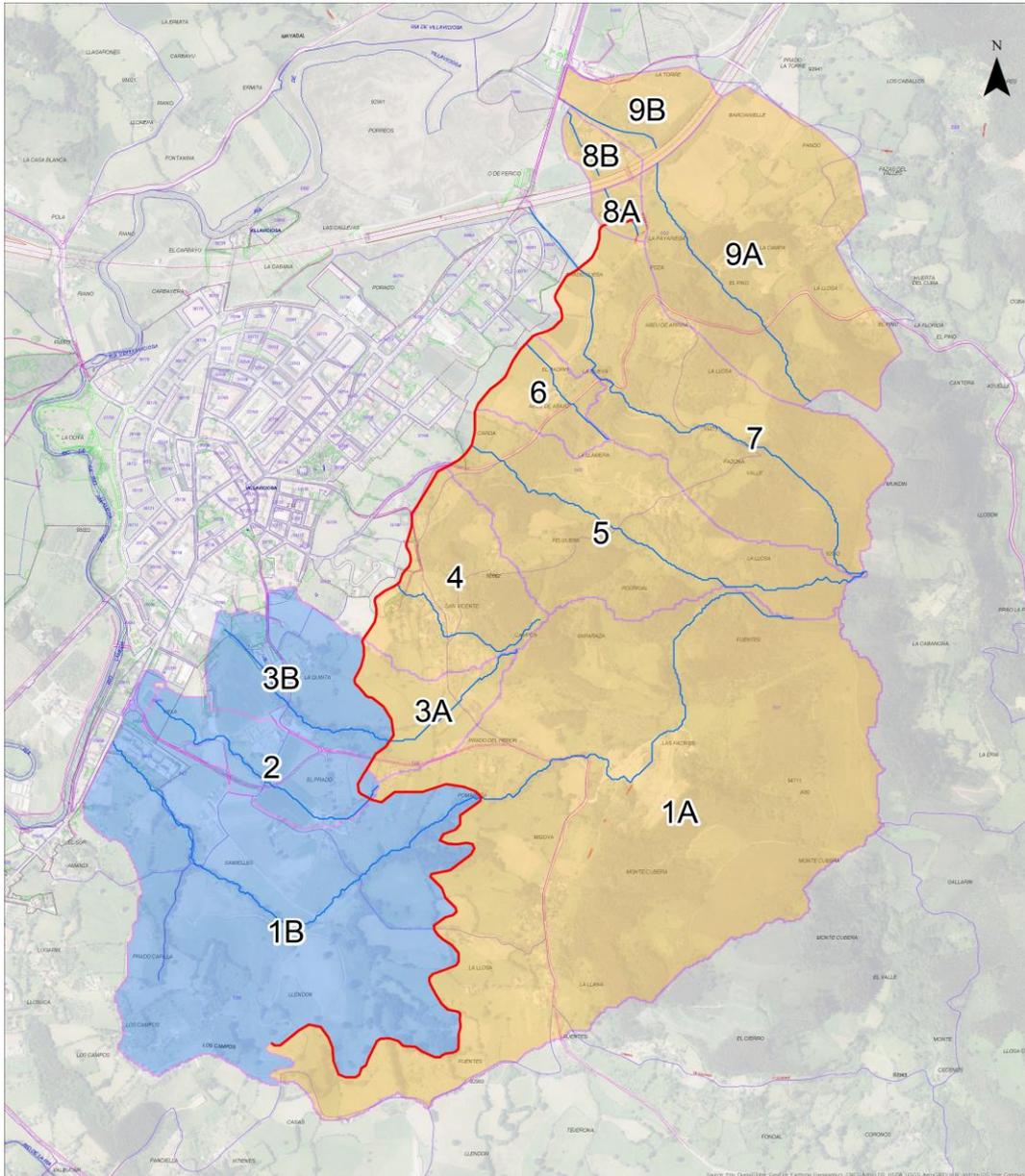


Figura 4. Cuencas y subcuencas a considerar según la aproximación el trazado inicial propuesto por el Ayuntamiento de Villaviciosa

Los caudales obtenidos según las dos metodologías comentadas en el apartado 6 son las que se reflejan a continuación y que servirán de base para el estudio de alternativas.

7.1. GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE

Entrando en la gráfica anterior con las superficies determinadas en el plano de cuencas, se obtienen los siguientes caudales específicos:

Tabla 1. Caudales de diseño para T=100 y 500 años. (GPHN)

Cuenca	Área (km ²) (**)	T = 100 años		T = 500 años	
		Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)
9	0,56530	8,40	4,75	12,00	6,78
9a	0,48380	8,40	4,06	12,00	5,81
9b	0,08150	8,40	0,68	12,00	0,98
8	0,05520	8,40	0,46	12,00	0,66
8a	0,02240	8,40	0,19	12,00	0,27
8b	0,03280	8,40	0,28	12,00	0,39
7a	0,45440	8,40	3,82	12,00	5,45
7b	0,05710	8,40	0,48	12,00	0,69
7	0,53011	8,40	4,45	12,00	6,36
6	0,06660	8,40	0,56	12,00	0,80
5	0,38043	8,40	3,20	12,00	4,57
4 (*)	0,20070	8,40	1,86	12,00	2,58
3	0,27696	8,40	2,33	12,00	3,32
3a	0,19390	8,40	1,63	12,00	2,33
3b	0,08306	8,40	0,70	12,00	1,00
2	0,14180	8,40	1,19	12,00	1,70
1	2,25789	7,50	16,93	11,00	24,84
1a	1,34297	8,00	10,74	11,80	15,85
1b	0,91492	8,40	7,69	12,00	10,98
3a-8a	1,308512	8,00	10,47	11,80	15,44
1a-8a	2,66379	7,50	19,98	10,80	28,77
3a-4	0,399354	8,40	3,35	12,00	4,79

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

(**) En todos los valores por debajo de 1 km² se tomará 1 km² por no haber menor escala en la gráfica

7.2. MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL

Con base en la metodología reflejada en la instrucción 5.2 IC y para el caso del método racional se obtiene los siguientes caudales:

7.2.1. T=100 años

Tabla 2. Caudales de diseño para T=100 años (Método racional)

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Índice de Torrencialidad (I ₁ /I _d)	Coefficiente de uniformidad K _i	Precipitación total diaria corregida Pd* (mm)	Coefficiente corrector P0	Umbral de escorrentía P0 (mm)	Coefficiente de escorrentía C	Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)	Caudal Q (m ³ /s)
9	0,56530	1,2271	229	0,1866	0,48	9,0	1,028	132,00	0,998	18,0	0,572	73,37	6,78
9a	0,48380	0,9312	200	0,2148	0,38	9,0	1,021	132,00	0,998	18,0	0,572	82,61	6,48
9b	0,08150	0,2959	27	0,0912	0,56	9,0	1,033	132,00	0,998	18,0	0,572	67,71	0,91
8	0,05520	0,3963	58	0,1464	0,57	9,0	1,034	132,00	0,998	18,0	0,572	67,05	0,61
8a	0,02240	0,1751	33	0,1884	0,39	9,0	1,022	132,00	0,998	18,0	0,572	81,57	0,30
8b	0,03280	0,2212	19	0,0859	0,50	9,0	1,029	132,00	0,998	18,0	0,572	71,83	0,39
7a	0,45440	1,5881	274	0,1725	0,60	9,0	1,036	132,00	0,998	18,0	0,572	65,29	4,88
7b	0,05710	0,2364	28	0,1184	0,48	9,0	1,028	132,00	0,998	18,0	0,572	73,37	0,68
7	0,53011	1,8245	302	0,1655	0,67	9,0	1,042	132,00	0,998	18,0	0,572	61,55	5,40
6	0,06660	0,4258	116	0,2724	0,52	9,0	1,031	132,00	0,998	18,0	0,572	70,35	0,77
5	0,38043	1,4400	266	0,1847	0,55	9,0	1,033	132,00	0,998	17,6	0,580	68,31	4,33
4 (*)	0,20070	0,6229	146	0,2344	0,28	9,0	1,014	132,00	0,998	18,0	0,572	96,14	3,28
3	0,27696	1,2118	168	0,1386	0,51	9,0	1,030	132,00	0,998	18,0	0,572	71,06	3,22
3a	0,19390	0,7457	116	0,1556	0,34	9,0	1,018	132,00	0,998	18,0	0,572	87,40	2,74
3b	0,08306	0,4662	52	0,1115	0,65	9,0	1,040	132,00	0,998	18,0	0,572	62,59	0,86
2	0,14180	0,9410	60	0,0638	0,48	9,0	1,028	132,00	0,998	18,0	0,572	73,37	1,70
1	2,25789	3,3060	285	0,0862	1,19	9,0	1,082	128,83	0,998	18,0	0,572	43,80	17,00
1a	1,34297	1,5980	230,5	0,1442	0,62	9,0	1,038	130,81	0,998	18,0	0,572	63,55	14,08
1b	0,91492	1,7080	54,5	0,0319	0,87	9,0	1,057	132,00	0,998	18,0	0,572	53,46	8,22
3a-8a	1,308512	2,95666	130	0,0440	1,24	9,0	1,085	130,94	0,998	17,6	0,579	43,54	9,94
1a-8a	2,66379	6,304	247	0,0392	2,25	9,0	1,164	128,30	0,998	17,8	0,576	30,10	14,93
3a-4	0,399354	1,69566	121	0,0714	0,74	9,0	1,047	132,00	0,998	17,4	0,583	58,36	3,95

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

7.2.2. T=500 años

Tabla 3. Caudales de diseño para T=500 años (Método racional)

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Índice de Torrencialidad (I1/d)	Coefficiente de uniformidad K _i	Precipitación total diaria corregida Pd* (mm)	Coefficiente corrector P0	Umbral de escorrentía P0 (mm)	Coefficiente de escorrentía C	Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)	Caudal Q (m ³ /s)
9	0,56530	1,2271	229	0,1866	0,48	9,0	1,028	169,86	1,170	21,1	0,604	94,41	9,21
9a	0,48380	0,9312	200	0,2148	0,38	9,0	1,021	169,86	1,170	21,1	0,604	106,30	8,81
9b	0,08150	0,2959	27	0,0912	0,56	9,0	1,033	169,86	1,170	21,1	0,604	87,12	1,23
8	0,05520	0,3963	58	0,1464	0,57	9,0	1,034	169,86	1,170	21,1	0,604	86,27	0,83
8a	0,02240	0,1751	33	0,1884	0,39	9,0	1,022	169,86	1,170	21,1	0,604	104,96	0,40
8b	0,03280	0,2212	19	0,0859	0,50	9,0	1,029	169,86	1,170	21,1	0,604	92,43	0,52
7a	0,45440	1,5881	274	0,1725	0,60	9,0	1,036	169,86	1,170	21,1	0,604	84,01	6,64
7b	0,05710	0,2364	28	0,1184	0,48	9,0	1,028	169,86	1,170	21,1	0,604	94,41	0,93
7	0,53011	1,8245	302	0,1655	0,67	9,0	1,042	169,86	1,170	21,1	0,604	79,20	7,34
6	0,06660	0,4258	116	0,2724	0,52	9,0	1,031	169,86	1,170	21,1	0,604	90,52	1,04
5	0,38043	1,4400	266	0,1847	0,55	9,0	1,033	169,86	1,170	20,6	0,611	87,90	5,86
4 (*)	0,20070	0,6229	146	0,2344	0,28	9,0	1,014	169,86	1,170	21,1	0,604	123,71	4,39
3	0,27696	1,2118	168	0,1386	0,51	9,0	1,030	169,86	1,170	21,1	0,604	91,44	4,38
3a	0,19390	0,7457	116	0,1556	0,34	9,0	1,018	169,86	1,170	21,1	0,604	112,46	3,72
3b	0,08306	0,4662	52	0,1115	0,65	9,0	1,040	169,86	1,170	21,1	0,604	80,54	1,17
2	0,14180	0,9410	60	0,0638	0,48	9,0	1,028	169,86	1,170	21,1	0,604	94,41	2,31
1	2,25789	3,3060	285	0,0862	1,19	9,0	1,082	165,78	1,170	21,1	0,604	56,37	23,10
1a	1,34297	1,5980	230,5	0,1442	0,62	9,0	1,038	168,33	1,170	21,1	0,604	81,78	19,13
1b	0,91492	1,7080	54,5	0,0319	0,87	9,0	1,057	169,86	1,170	21,1	0,604	68,79	11,16
3a-8a	1,308512	2,95666	130	0,0440	1,24	9,0	1,085	168,50	1,170	20,6	0,611	56,03	13,50
1a-8a	2,66379	6,304	247	0,0392	2,25	9,0	1,164	165,10	1,170	20,8	0,607	38,73	20,25
3a-4	0,399354	1,69566	121	0,0714	0,74	9,0	1,047	169,86	1,170	20,4	0,614	75,09	5,36

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

En el análisis de alternativas consideraremos los valores del método racional. Estos caudales son mayores en las cuencas de menor dimensión y algo mayores a medida que las cuencas a considerar sean de mayos dimensión.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

A continuación, se describen las distintas alternativas que se plantean para el escenario considerado.

Para cada una de las alternativas se incluirán las dos consideraciones para caudales con periodo de retorno de 100 años y de 500 años.

Para analizar la situación actual, se ha incluido una alternativa 0 que recoge la aportación de caudales de las cuencas limítrofes a los puntos de evacuación con objeto de conocer el punto de partida y posibilidades de incremento de caudal en estos elementos de evacuación, como consecuencia del drenaje de las cuencas interiores.

En cada una de las alternativas analizadas se han fijado varios condicionantes que son comunes a todas las posibles soluciones y que se describen a continuación:

- Se deberá captar para su drenaje la aportación de caudal de las cuencas en toda su franja sureste y de posible afección a la población de Villaviciosa.
- Valorar la evacuación del caudal captado por los elementos de drenaje existentes hacia la Ría; uno en la zona del instituto Víctor García de la Concha, más al sur y otro en la franja de la superposición de carretera nacional N-632 con la Autovía A-8 en la zona norte de Villaviciosa, como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Figura 5. Ubicación de los posibles puntos de evacuación de los caudales interceptados

- Captar la aportación de caudal de la fuente El Pedregal, lo que nos obliga a realizar el trazado por una zona determinada y que puede afectar a zona urbana.
- No invadir o en la medida de las posibilidades los núcleos urbanos o de población, incluyendo las zonas calificadas como urbanas, con los sistemas de drenaje a diseñar.

8.1. ALTERNATIVA Nº 0

8.1.1. PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

El estado actual y hacia donde vierten las aguas pluviales provenientes de las cuencas naturales es la siguiente:

- Cuenca nº1:

El caudal de aportación de esta cuenca actualmente se encuentra encauzado hacia la Ría de Villaviciosa por su cauce natural hasta llegar a las inmediaciones del instituto Víctor García de la Concha que es interceptado por dos marcos de 2 m de base x 1,75m de altura, que posteriormente discurren bajo la calle Maximino Miyar hasta desembocar en la Ría de Villaviciosa como se puede apreciar en las siguientes imágenes.



Figura 6. Cauce existente, muro perimetral y marcos bajo vial



Figura 7. Marcos prefabricados en su salida a la ría

En zona de desagüe a la ría, se presenta el problema de la marea en la ría que genera sobreelevación de caudal en la salida del conducto y por lo tanto posibles inundaciones en la zona del instituto.

Los marcos existentes tienen las siguientes características hidráulicas

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	1,75	m
Anchura en la base	2	m
Nº de Manning	0,013	sm ^{^-1/3}
Pendiente	0,31	%
Calado	1,417	m
Anchura lámina agua	2	m
Sección mojada	2,833	m ²
Llenado	80,955	%
Perímetro mojado	4,833	m
Radio hidráulico	0,586	m
Velocidad	3	m/s
Caudal	8,5	m ³ /s
Nº de Froude	0,805	
Calado crítico	1,226	m
Sección llena	3,5	m ²
Caudal a sección llena	11,09	m ³ /s

Con los caudales asociados al periodo de retorno de 100 años, que serían según los cálculos de unos 17 m³/s, vemos que los dos marcos de 2 m x 1,75 m de sección libre cumplirían con una capacidad hidráulica al 80%.

- Cuencas nº2 a nº6:

Estas cuencas desaguan a través de las canalizaciones existentes en la zona urbana a la ría, generando problemas de sobreelevación y deberán ser las cuencas interceptadas en la medida de lo posible con las premisas marcadas en anteriormente. Con estos condicionantes se observa que esta alternativa 0 no es viable ya que no soluciona el problema.

Los caudales aportados a por las distintas cuencas para el periodo de retorno de 100 años es el recogido en la Tabla 2.

Estos caudales son evacuados hacia la ría, pero por problemas de la aportación de la ría en periodos de marea y lluvias, no es capaz de evacuar este caudal y deberá ser encauzado hacia otro punto de desagüe.

En la siguiente imagen se observan los acontecimientos generados como consecuencia de lo comentado anteriormente.



Figura 8. Inundaciones en Villaviciosa (2018). Fuente LNE

- Cuenca nº7

El caudal de aportación de la cuenca 7, actualmente se está evacuando por el conducto norte ubicado bajo la N-632 a su paso bajo la Autovía A-8 mediante un conducto de hormigón de 1200 mm y pendiente superior al 2%.

Con estas condiciones este conducto es capaz de evacuar los 5,4 m³/s que aporta esta cuenca al 86% de capacidad hidráulica.

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1200	mm
Nº Manning	0.013	sm ^{-(1/3)}
Pendiente	2	%
Calado	0.962	m
Anchura lámina agua	0.957	m
Sección mojada	0.972	m ²
Llenado	85.926	%
Perímetro mojado	2.662	m
Radio hidráulico	0.365	m
Velocidad	5.557	m/s
Caudal	5.4	m ³ /s
Nº de Froude	1.761	
Calado crítico	1.153	m
Sección llena	1.131	m ²
Caudal a sección llena	5.514	m ³ /s
Calado a Qmax	1.126	m
Qmax	5.931	m ³ /s

En esta alternativa no se disponen de cauces receptores de drenaje para las cuencas de aportación, al estar considerando la situación del estado actual.

8.1.2. PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

Para las mismas cuencas y elementos de desagüe nos encontramos en la siguiente situación en esta alternativa del estado inicial.

- Cuenca nº1:

El caudal a evacuar por esta cuenca con los cálculos obtenidos es de 23,10 m³/s para el periodo de retorno de 500 años. Dado que los dos marcos serían capaces de evacuar al 100% de su capacidad hidráulica un total de 22,20 m³/s, en esta situación la evacuación se vería comprometida. Si bien es cierto, que el problema de esta canalización no debe centrarse sólo en su capacidad de evacuación ya que se encuentra condicionada por la ría.

Esta zona como en el caso del periodo de retorno de 100 años debería analizar mediante un modelo hidráulico para poder analizar con más detalle que sucede en esta zona con los condicionantes de contorno.

Si bien, cabe destacar que independientemente de las posibles actuaciones a realizar en esta zona del arroyo las Fuentes en la zona del Instituto, no se podrán incluir en este proyecto por indicaciones de la CHC, como consecuencia de encontrarse en zona urbana en casi la totalidad de su zona de influencia.

- Cuencas nº2 a nº6:

Como sucedía en el caso anterior estas cuencas son las que principalmente generan la necesidad de este proyecto y en el caso de la consideración de caudales con periodo de retorno de 500 años la problemática sería mayor.

- Cuenca nº7

El caudal a evacuar por esta cuenca con los cálculos obtenidos es de 7,34 m³/s para el periodo de retorno de 500 años. Dado que el conducto de 1200 mm sería capaz de evacuar al 100% de su capacidad hidráulica un total de unos 5,6 m³/s, en esta situación la evacuación se vería comprometida.

Una vez analizada la situación inicial, se puede concluir que los cálculos de los elementos de desagüe se han calculado siguiendo las recomendaciones de la instrucción 5.2. IC Drenaje superficial para cuencas principales con periodos de retorno de 100 años.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

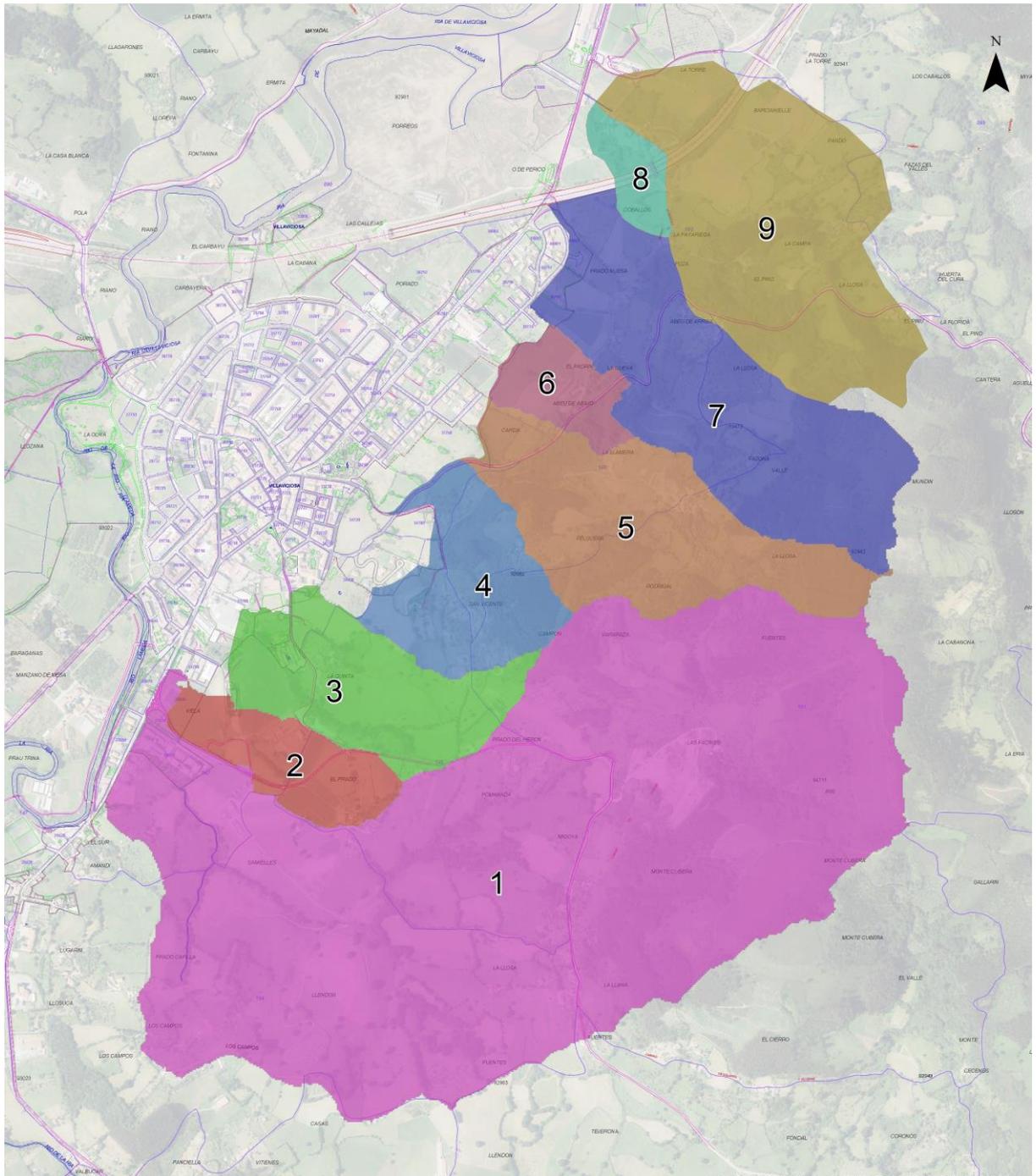


Figura 9. Alternativa 0

8.2. ALTERNATIVA Nº 1

8.2.1. PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

Esta alternativa se centra en recoger el caudal de aportación de las cuencas nº 3a, 4, 5, 6, 7a y 8a para ser encauzadas hacia el colector de 1200 mm que discurre bajo la N-632 a su paso bajo la A-8 y el colector de 1800 mm ubicado bajo la autovía A-8 en la cuenca 8a. La aportación de las cuencas 1, 2 y 3b en su estado actual y sin sufrir modificaciones, es decir, desagando la cuenca 1 por los marcos del instituto y las cuencas 2 y 3b hacia la zona urbana adyacente y que como se comentaba anteriormente, estas actuaciones no se incluyen en este proyecto al encontrarse en zona urbana.

Con esta alternativa se solucionan los problemas de inundaciones en casi su totalidad o al menos se minorará restando los caudales de avenida de estas cuencas a las conducciones de la población.

- Cuencas nº3a a nº8a:

Estas cuencas aportarán un caudal de 9,94 m³/s para el periodo de retorno considerado. En esta alternativa la primera consideración es verter hacia el conducto de 1200 mm bajo la N-632 que actualmente recoge el caudal de la cuenca nº7 (5,40 m³/s), el resto del caudal deberá ir hacia el conducto de 1800mm situado bajo la Autovía A-8. Como premisa inicial en todas las alternativas, este conducto debe intentar hacerle trabajar al máximo de sus posibilidades ya que es un conducto que vierte directamente a la ría.

En primer lugar, se comprueba la capacidad hidráulica del conducto de 1200 mm que tiene una pendiente media del 2%. Con estas premisas, el conducto tiene las siguientes características hidráulicas:

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1200	mm
Nº Manning	0.013	sm ^{^(-1/3)}
Pendiente	2	%
Calado	0.896	m
Anchura lámina agua	1.044	m
Sección mojada	0.905	m ²
Llenado	80.058	%
Perímetro mojado	2.503	m
Radio hidráulico	0.362	m
Velocidad	5.522	m/s
Caudal	5	m ³ /s
Nº de Froude	1.894	
Calado crítico	1.137	m
Sección llena	1.131	m ²
Caudal a sección llena	5.514	m ³ /s
Calado a Qmax	1.126	m
Qmax	5.931	m ³ /s

Como se puede observar el conducto tiene suficiente capacidad hidráulica. Si bien se estima que sólo debería considerarse el 80% de su capacidad (5 m³/s), el resto de caudal se conducirá hacia el conducto de 1800 mm bajo la A-8.

Para este caso también realizamos la comprobación hidráulica. Este tubo tiene una pendiente del 10%, por lo que a priori no debería tener problemas para evacuar los otros 5 m³/s aproximados restantes.

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1800	mm
Nº Manning	0,013	sm ^{-(1/3)}
Pendiente	10	%
Calado	0,451	m
Anchura lámina agua	1,56	m
Sección mojada	0,499	m ²
Llenado	19,608	%
Perímetro mojado	1,887	m
Radio hidráulico	0,264	m
Velocidad	10,021	m/s
Caudal	5	m ³ /s
Nº de Froude	5,658	
Calado crítico	1,11	m
Sección llena	2,545	m ²
Caudal a sección llena	36,35	m ³ /s
Calado a Qmax	1,689	m
Qmax	39,102	m ³ /s

En ese caso, como se aprecia no hay problema de caudales, pero si se debería estimar colocar alguna barrera o elemento de disipación de energía a la salida para laminar y bajar velocidades ya que nos encontramos en régimen supercrítico. Del mismo modo, habría que analizar qué sucede aguas abajo del conducto de 1800 mm al incrementar el caudal en dicha zona. En principio se estima que las actuaciones a desarrollar son viables para estos caudales, aunque debería hacerse un estudio en mayor profundidad, en caso de resultar ser la alternativa seleccionada y generar un área de inundaciones aguas abajo para evacuar a la ría según posibilidades de mareas y caudales en la misma.

Por último, el cauce receptor que discurrirá por la traza prevista y que se puede observar en la siguiente Figura 10. Alternativa nº 1, se ha estimado con las siguientes características geométricas e hidráulicas, para poder encauzar los aproximadamente 10 m³/s. Aunque el porcentaje de llenado es inferior al 80% y se podría optimizar, al desarrollarse en un trazado tan sinuoso, conviene dejar mayor margen que el 20% habitual.

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	1,5	m
Anchura en la base	2	m
Talud 1 V : T1 H	1,5	m
Talud 1 V : T2 H	1,5	m
Nº de Manning	0,022	sm ^{-(1/3)}
Pendiente	0,5	%
Calado	1,105	m
Anchura lámina agua	5,315	m
Sección mojada	4,042	m ²
Llenado	63,4	%
Perímetro mojado	5,984	m
Radio hidráulico	0,675	m
Velocidad	2,474	m/s
Caudal	10	m ³ /s
Nº de Froude	0,906	
Calado crítico	1,048	m
Sección llena	6,375	m ²
Caudal a sección llena	18,537	m ³ /s

8.2.2. PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

Con esta nueva alternativa para el caso de los caudales con periodo de retorno de 500 años, el caudal se incrementa considerablemente, pasando a ser de 13,50 m³/s.

- Cuenca nº1:

En esta cuenca, como ya se viene comentando en esta alternativa, no se considera al encontrarse los elementos hidráulicos de evacuación sobre los que se puede actuar en zona urbana.

- Cuenca nº3a a nº8a:

Para cada uno de los distintos elementos de desagüe obtenemos los siguientes valores:

- Conducto de 1200 mm bajo la N-632

La consideración sería la misma que en la alternativa anterior pues en ningún momento se le aportaría más caudal que el relativo al 80% de su capacidad hidráulica para evitar problemas. El resto del caudal (8,5 m³/s) se deberían derivar al conducto de 1800 mm bajo la A-8

- Conducto de 1800 mm bajo la Autovía A-8

Observando los datos del cálculo anterior para este tubo se puede indicar que hidráulicamente no tendría problemas para evacuar dicho caudal, si bien la velocidad

sigue aumentando y podría generar más problemas a la salida del conducto o más aún en las fincas próximas al arroyo. Los cálculos para estos caudales son los siguientes:

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1800	mm
Nº Manning	0,013	sm ^(-1/3)
Pendiente	10	%
Calado	0,592	m
Anchura lámina agua	1,691	m
Sección mojada	0,729	m ²
Llenado	28,661	%
Perímetro mojado	2,199	m
Radio hidráulico	0,332	m
Velocidad	11,655	m/s
Caudal	8,5	m ³ /s
Nº de Froude	5,668	
Calado crítico	1,447	m
Sección llena	2,545	m ²
Caudal a sección llena	36,35	m ³ /s
Calado a Qmax	1,689	m
Qmax	39,102	m ³ /s

o Cauce receptor

Para este caso, se ha estimado un cauce trapezoidal con las siguientes características geométricas e hidráulicas para un porcentaje de llenado similar al caso anterior.

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	1,7	m
Anchura en la base	2	m
Talud 1 V : T1 H	1,5	m
Talud 1 V : T2 H	1,5	m
Nº de Manning	0,022	sm ^(-1/3)
Pendiente	0,5	%
Calado	1,284	m
Anchura lámina agua	5,852	m
Sección mojada	5,042	m ²
Llenado	65,179	%
Perímetro mojado	6,63	m
Radio hidráulico	0,76	m
Velocidad	2,678	m/s
Caudal	13,5	m ³ /s
Nº de Froude	0,921	

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Parámetro	Valor	Unidades
Calado crítico	1,23	m
Sección llena	7,735	m2
Caudal a sección llena	24,05	m3/s

Se adjunta a continuación una imagen que refleja el alcance de la actuación. Las cuencas sombreadas en azul no se consideran en esta alternativa.

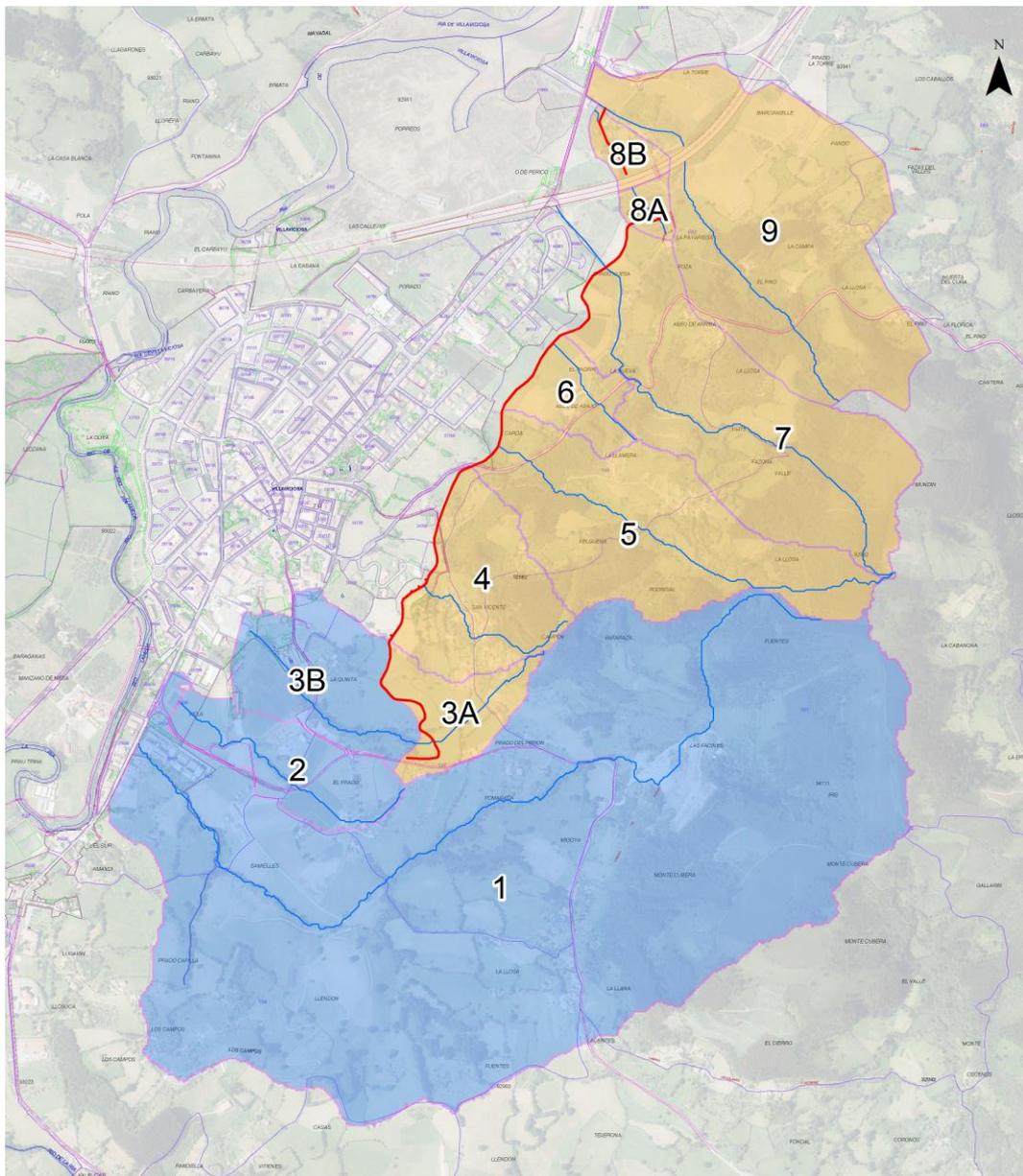


Figura 10. Alternativa nº 1

8.3. ALTERNATIVA Nº 2

8.3.1. PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

Esta alternativa se centra en recoger el caudal de aportación de las cuencas nº1a, 3a, 4, 5, 6, 7a y 8a para ser encauzadas hacia los colectores situados al norte bajo la N-632 y A-8 existentes y para así disminuir la aportación de caudal a los marcos y conductos de la zona sur también existentes, ser las nuevas cuencas la 1b y 2.

Con esta alternativa se descarga de caudal la salida a la ría por los marcos situados en el instituto y aminorar las inundaciones, si bien habría que realizar igualmente un estudio de inundación con algún modelo ya que el problema principal es como consecuencia de la aportación de la ría al entorno. Como se comentaba anteriormente, estas posibles actuaciones en la zona del instituto y de la zona sur, no se recogerían en el proyecto al estar las mismas en zona urbana.

- Cuenca nº1:

Hidráulicamente los marcos situados en la zona del instituto (cuenca nº1) al reducir caudal de aportación ya que estaríamos hablando de 8,22 m³/s, en lugar de los 17 m³/s del total de la cuenca.

- Cuencas nº1a a nº8a:

Estas cuencas aportarán un caudal de 14,93 m³/s para el periodo de retorno considerado. En esta alternativa la primera consideración es verter hacia el conducto de 1200 mm bajo la N-632 que actualmente recoge el caudal de la cuenca nº7 (5,40 m³/s), el resto del caudal deberá ir hacia el conducto de 1800mm situado bajo la Autovía A-8. Como premisa inicial en todas las alternativas, este conducto debe intentar hacerle trabajar al máximo de sus posibilidades ya que es un conducto que vierte directamente a la ría.

Como ya se comprobó en la alternativa anterior el conducto tiene suficiente capacidad hidráulica. Si bien se estima que sólo debería considerarse el 80% de su capacidad (5 m³/s), el resto de caudal se conducirá hacia el conducto de 1800mm bajo la A-8.

Para este caso también realizamos la comprobación hidráulica. Este tubo tiene una pendiente del 10%, por lo que a priori no debería tener problemas para evacuar los otros casi 10 m³/s aproximados restantes.

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1800	mm
Nº Manning	0,013	sm ^{-(1/3)}
Pendiente	10	%
Calado	0,645	m
Anchura lámina agua	1,726	m
Sección mojada	0,82	m ²
Llenado	32,23	%
Perímetro mojado	2,311	m
Radio hidráulico	0,355	m

Parámetro	Valor	Unidades
Velocidad	12,193	m/s
Caudal	10	m ³ /s
Nº de Froude	5,649	
Calado crítico	1,551	m
Sección llena	2,545	m ²
Caudal a sección llena	36,35	m ³ /s
Calado a Qmax	1,689	m
Qmax	39,102	m ³ /s

En ese caso, como se aprecia no hay problema de caudales, pero si se debería estimar colocar alguna barrera o elemento de disipación de energía a la salida para laminar y bajar velocidades ya que nos encontramos en régimen supercrítico. Del mismo modo, habría que analizar qué sucede aguas abajo del conducto de 1800mm al incrementar el caudal en dicha zona. En principio se estima que las actuaciones a desarrollar son viables para estos caudales, aunque debería hacerse un estudio en mayor profundidad, en caso de resultar ser la alternativa seleccionada y generar un área de inundaciones aguas abajo para evacuar a la ría según posibilidades de mareas y caudales en la misma. A priori debido al caudal punta, esta solución podría tener problemas de suficientes áreas de inundación aguas abajo.

Por último, el cauce receptor que discurrirá por la traza prevista y que se puede observar en la siguiente Figura 11, se ha estimado con las siguientes características geométricas e hidráulicas, para poder encauzar los aproximadamente 15 m³/s. Aunque el porcentaje de llenado es inferior al 80% y se podría optimizar, al desarrollarse en un trazado tan sinuoso, conviene dejar mayor margen que el 20% habitual.

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	1,8	m
Anchura en la base	2	m
Talud 1 V : T1 H	1,5	m
Talud 1 V : T2 H	1,5	m
Nº de Manning	0,022	sm ^{-1/3}
Pendiente	0,5	%
Calado	1,353	m
Anchura lámina agua	6,058	m
Sección mojada	5,45	m ²
Llenado	64,418	%
Perímetro mojado	6,877	m
Radio hidráulico	0,792	m
Velocidad	2,752	m/s
Caudal	15	m ³ /s
Nº de Froude	0,927	

Parámetro	Valor	Unidades
Calado crítico	1,3	m
Sección llena	8,46	m ²
Caudal a sección llena	27,127	m ³ /s

8.3.2. PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

Con esta nueva alternativa para el caso de los caudales con periodo de retorno de 500 años, el caudal se incrementa considerablemente, pasando a ser de 20,25 m³/s.

- Cuenca nº1:

El caudal a evacuar por esta cuenca con los cálculos obtenidos es de 11,16 m³/s para el periodo de retorno de 500 años. Dado que los dos marcos serían capaces de evacuar al 100% de su capacidad hidráulica un total de 22,20 m³/s, en esta situación la evacuación no se vería comprometida. Si bien es cierto, que el problema de esta canalización no debe centrarse sólo en su capacidad de evacuación ya que se encuentra condicionada por la ría como ya se ha comentado en las alternativas anteriores.

Esta zona como en el caso del periodo de retorno de 100 años debería analizar mediante un modelo hidráulico para poder analizar con más detalle que sucede en esta zona con los condicionantes de contorno en el caso de que el proyecto contemplara esta actuación y no estuviera en zona urbana.

- Cuencas nº3a a nº8a:

Para cada uno de los distintos elementos de desagüe obtenemos los siguientes valores:

- Conducto de 1200 mm bajo la N-632

La consideración sería la misma que en las alternativas anteriores pues en ningún momento se le aportaría más caudal que el relativo al 80% de su capacidad hidráulica para evitar problemas. El resto del caudal (15,25 m³/s) se deberían derivar al conducto de 1800 mm bajo la A-8

- Conducto de 1800 mm bajo la Autovía A-8

Observando los datos del cálculo anterior para este tubo se puede indicar que hidráulicamente no tendría problemas para evacuar dicho caudal, si bien la velocidad sigue aumentando y podría generar más problemas a la salida del conducto o más aún en las fincas próximas al arroyo, hecho que podría hacer inviable la alternativa propuesta. Los cálculos para estos caudales son los siguientes:

Parámetro	Valor	Unidades
Diámetro	1800	mm
Nº Manning	0,013	sm ^{-1/3}
Pendiente	10	%
Calado	0,813	m

Parámetro	Valor	Unidades
Anchura lámina agua	1,792	m
Sección mojada	1,117	m ²
Llenado	43,877	%
Perímetro mojado	2,654	m
Radio hidráulico	0,421	m
Velocidad	13,658	m/s
Caudal	15,25	m ³ /s
Nº de Froude	5,525	
Calado crítico	1,735	m
Sección llena	2,545	m ²
Caudal a sección llena	36,35	m ³ /s
Calado a Qmax	1,689	m
Qmax	39,102	m ³ /s

o Cauce receptor

Para este caso, se ha estimado un cauce trapezoidal con las siguientes características geométricas e hidráulicas para un porcentaje de llenado similar al caso anterior.

Parámetro	Valor	Unidades
Profundidad	2,1	m
Anchura en la base	2	m
Talud 1 V : T1 H	1,5	m
Talud 1 V : T2 H	1,5	m
Nº de Manning	0,022	sm ^(-1/3)
Pendiente	0,5	%
Calado	1,565	m
Anchura lámina agua	6,696	m
Sección mojada	6,807	m ²
Llenado	62,94	%
Perímetro mojado	7,644	m
Radio hidráulico	0,89	m
Velocidad	2,975	m/s
Caudal	20,25	m ³ /s
Nº de Froude	0,942	
Calado crítico	1,519	m
Sección llena	10,815	m ²
Caudal a sección llena	37,709	m ³ /s

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Se adjunta a continuación una imagen que refleja el alcance de la actuación. Las cuencas sombreadas en azul no se consideran en esta alternativa.

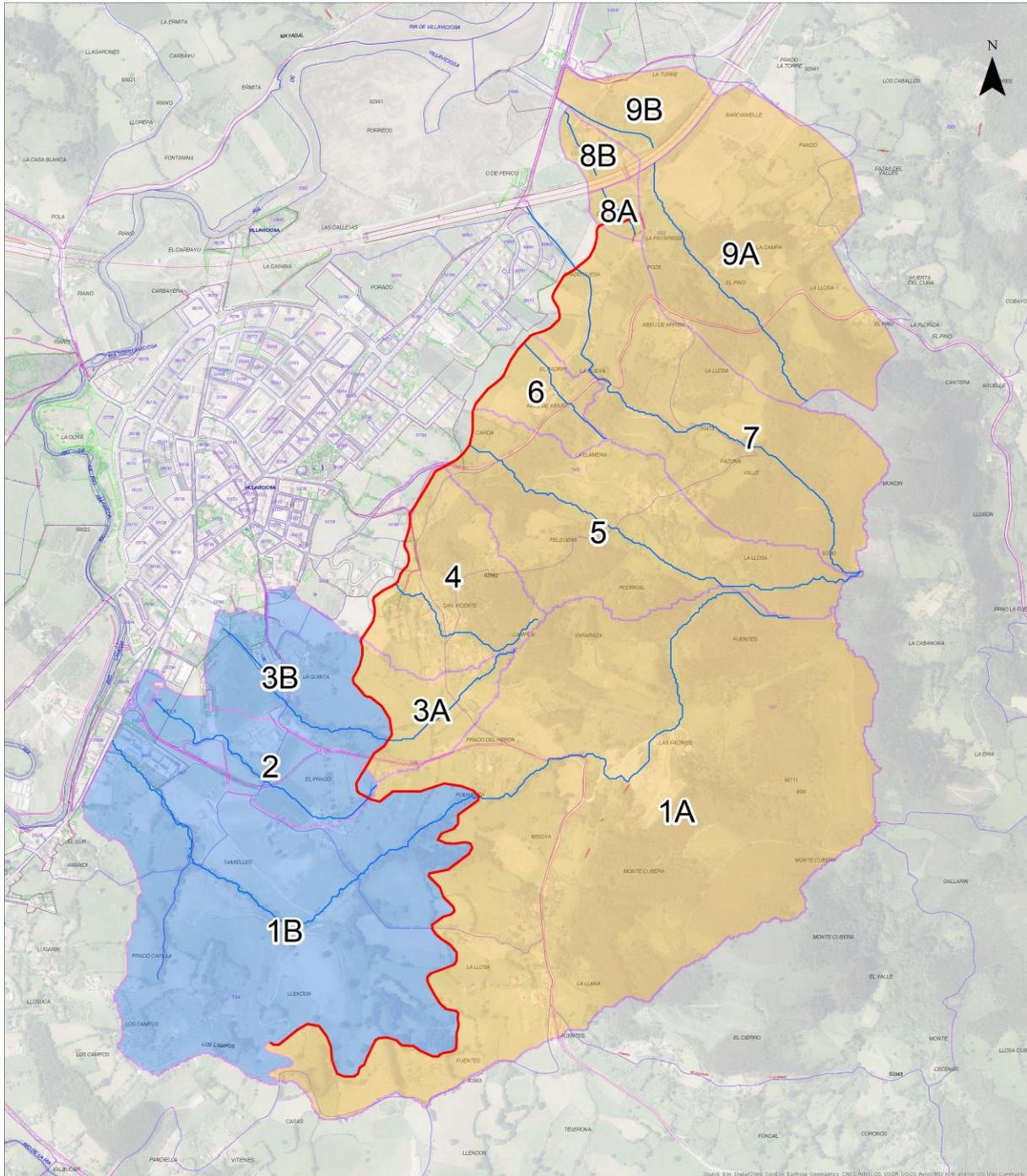


Figura 11. Alternativa nº 2

9. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS

Los importes a considerar son los costes de inversión para cada alternativa atendiendo a una valoración económica en base a las actuaciones a realizar en el cauce receptor principal. Se ha realizado igualmente una valoración estimativa de los trabajos a realizar en la zona comprendida entre las A-8 y la N-632 en cada una de las alternativas consideradas. En estas valoraciones económicas no se han tenido en cuenta las valoraciones como consecuencia de las expropiaciones, ni de aquellas actuaciones en zonas urbanas como la zona del instituto y zona sur.

9.1. ALTERNATIVA Nº 0

Esta alternativa se ha analizado técnicamente para poder estimar el estado actual y la necesidad de acometer alguna actuación. Al no desarrollarse trabajo alguno el coste económico es nulo.

9.2. ALTERNATIVA Nº 1. T100

Los costes estimados para esta solución son los siguientes:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO		
01	TRABAJOS PREVIOS	1,22% 39.992,40
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	11,53% 376.935,21
03	FIRMES Y PAVIMENTOS	20,08% 656.450,85
04	ESTRUCTURAS	11,30% 369.537,36
05	ACTUACIONES ZANJA DRENAJE	24,75% 809.031,02
06	SERVICIOS AFECTADOS	0,80% 26.000,00
07	GESTIÓN DE RESIDUOS	28,33% 926.366,34
08	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	0,47% 15.382,88
09	SEGURIDAD Y SALUD	1,52% 49.750,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		3.269.446,06
Gastos generales		13,00% 425.027,99
Beneficio industrial		6,00% 196.166,76
Suma		3.890.640,81
IVA		21,00% 817.034,57
1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	4.707.675,38

9.3. ALTERNATIVA Nº 1. T500

Los costes estimados para esta solución son los siguientes:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01	TRABAJOS PREVIOS	1,19%	42.041,84
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	12,13%	428.964,10
03	FIRMES Y PAVIMENTOS	18,59%	657.568,85
04	ESTRUCTURAS	12,33%	436.175,36
05	ACTUACIONES ZANJA DRENAJE	25,97%	918.361,92
06	SERVICIOS AFECTADOS	0,74%	26.000,00
07	GESTION DE RESIDUOS	27,20%	961.866,98
08	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	0,43%	15.382,88
09	SEGURIDAD Y SALUD	1,41%	50.000,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			3.536.361,93
	Gastos generales	13,00%	459.727,05
	Beneficio industrial	6,00%	212.181,72
	Suma		4.208.270,70
	IVA	21,00%	883.736,85
1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		5.092.007,55

9.4. ALTERNATIVA Nº 2. T100

Los costes estimados para esta solución son los siguientes:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01	TRABAJOS PREVIOS	1,19%	96.993,04
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	13,42%	1.097.456,67
03	FIRMES Y PAVIMENTOS	12,72%	1.040.069,63
04	ESTRUCTURAS	4,94%	403.638,58
05	ACTUACIONES ZANJA DRENAJE	23,14%	1.891.370,15
06	SERVICIOS AFECTADOS	0,39%	31.500,00
07	GESTION DE RESIDUOS	42,48%	3.472.518,15
08	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	0,30%	24.521,18
09	SEGURIDAD Y SALUD	1,43%	117.225,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			8.175.292,40
	Gastos generales	13,00%	1.062.788,01
	Beneficio industrial	6,00%	490.517,54
	Suma		9.728.597,95
	IVA	21,00%	2.043.005,57
1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		11.771.603,52

9.5. ALTERNATIVA Nº 2. T500

Los costes estimados para esta solución son los siguientes:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01	TRABAJOS PREVIOS	1,17%	100.088,55
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	13,64%	1.166.547,77
03	FIRMES Y PAVIMENTOS	12,16%	1.040.069,63
04	ESTRUCTURAS	6,92%	591.408,08
05	ACTUACIONES ZANJA DRENAJE	24,68%	2.110.499,98
06	SERVICIOS AFECTADOS	0,39%	33.500,00
07	GESTION DE RESIDUOS	39,39%	3.368.829,87
08	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	0,29%	24.521,18
09	SEGURIDAD Y SALUD	1,37%	117.000,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			8.552.465,06
	Gastos generales	13,00%	1.111.820,46
	Beneficio industrial	6,00%	513.147,90
	Suma		10.177.433,42
	IVA	21,00%	2.137.261,02
1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		12.314.694,44

10. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

En primer lugar, hay que explicar que las dos alternativas estudiadas son relativamente similares y en muchos aspectos estudiados, relativamente parecidas, por lo que su comparación resulta difícil.

Como ejemplos significativos, se puede señalar que ambas alternativas son muy parejas en lo que a parámetros de trazado se refiere, diferenciándose principalmente por la longitud del tramo y son exactamente iguales en lo que se refiere a su ubicación, su diseño funcional, etc..... puesto que la solución en gran medida por sus condicionantes está muy impuesta.

Otros aspectos también habituales en las comparaciones, tales como las características geológicas y geotécnicas de las diferentes alternativas o los resultados en cuanto a su rentabilidad se presentan asimismo muy similares.

Esto hace que en el análisis multicriterio se manejen pocos factores de comparación, intentando escoger aquellos que realmente son imprescindibles, diferenciadores, y que en todo caso puedan dar una visión global de la idoneidad de las alternativas.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta en la comparación, y que por lo tanto constituyen los objetivos de comparación, son los siguientes:

- **Objetivo Ambiental:** la actuación debe provocar el menor impacto sobre el medio ambiente.
- **Objetivo Territorial (afecciones) o Social:** la actuación debe producir las menores afecciones sobre el territorio atravesado y su actividad y en la medida de lo posible no afectar a terrenos urbanos o urbanizables.

- **Objetivo Técnico y Funcional:** la actuación debe ofrecer el mejor servicio posible, con las mejores soluciones al problema presentado.
- **Objetivo Económico:** la actuación debe ser la que posea mejor aprovechamiento económico.

Cada uno de estos indicadores de comparación debe estar formado por variables representativas que permitan evaluar el grado de cumplimiento de los mismos. Se buscan por lo tanto variables concretas, medibles e independientes, que combinadas apropiadamente den un resultado final en la valoración de cada uno de los objetivos.

10.1. COMPARACIÓN AMBIENTAL

El primer paso para evaluar los impactos de cada alternativa y posteriormente poder compararlas consiste en la identificación de los impactos, donde se consideran las acciones del proyecto que potencialmente pueden generar afecciones en el medio y los elementos del medio (factores ambientales), susceptibles de recibir afecciones.

Mediante el cruce entre los elementos del medio y las acciones de la obra durante la ejecución y la fase de explotación que resulten más relevantes se obtienen los efectos que a priori tienen alguna importancia. Este cruce se realiza mediante la elaboración de una Matriz Acciones del cauce / Factor Ambiental, a partir de la propuesta de los modelos clásicos adecuándolos a las necesidades de este estudio y, particularmente, a las condiciones de partida del entorno y las características de la actuación.

En la tabla siguiente se indican las ponderaciones asignadas:

TOTAL 400			
	Ponderación		
MEDIO FÍSICO	80		
Geología y geomorfología	20	Cambios en la morfología	20
Suelo	10	Alteración del suelo	10
Hidrología e hidrogeología	50	Intercepción de cuencas	30
		Alteración de la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas	10
		Afección a zonas de recarga y descarga	10
MEDIO BIÓTICO	120		
Vegetación	20	Destrucción directa de la vegetación	10
		Alteración de la vegetación del entorno	10
Fauna	30	Destrucción de biotopos	10
		Afección a la fauna por presencia de infraestructura	10
		Afección a las zonas de importancia para la fauna	10
Espacios Naturales	30	Afección a Espacios Naturales de Interés	30
Paisaje	40	Afección a la calidad del paisaje	40
MEDIO CULTURAL	80		
Elementos patrimoniales	50	Afección a recursos culturales	50
Vías pecuarias	30	Afección a vías pecuarias	30
MEDIO SOCIOECONÓMICO	120		
Población	40	Afección sobre la salud y el bienestar, ruidos	20
		Efectos sobre la salud y el bienestar, vibraciones	20
Sectores productivos	40	Pérdida de terreno productivo	40
Sistema Territorial	20	Cambios en la accesibilidad transversal e itinerarios	20
Planeamiento	20	Afecciones al planeamiento urbanístico	20

Los resultados obtenidos de este proceso se muestran a continuación:

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Alternativas	Medio físico					Medio biótico					Medio cultural		Medio socioeconómico				TOTAL			
	Geología y geomorfología	Suelo	Hidrología superficial y subterránea			Vegetación		Fauna			Espacios Naturales de Interés	Paisaje	Elementos patrimoniales	Vías pecuarias	Población			Sectores productivos	Sistema territorial	Planeamiento urbano
	Cambios en la morfología	Alteración del suelo	Intercepción de cuencas	Alteración de la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas	Afección a zonas de recarga y descarga	Destrucción directa de la vegetación	Alteración de la vegetación del entorno	Destrucción de biotopos	Afección a la fauna por presencia de infraestructura	Alteración de biotopos del entorno	Afección a Espacios Naturales de Interés	Afección a la calidad del paisaje	Afección a recursos culturales	Afección a vías pecuarias	Afección sobre la salud y el bienestar, ruidos	Afección sobre la salud y el bienestar, vibraciones	Pérdida de terrenos productivo	Cambios en la accesibilidad transversal e itinerarios	Afecciones al planeamiento urbanístico	Total impacto por alternativa
ALT1-T100	0,45	0,54	0,50	0,20	0,15	0,54	0,52	0,15	0,51	0,35	0,00	0,50	0,00	0,00	0,46	0,46	0,10	0,50	0,30	6,23
ALT1-T500	0,45	0,59	0,50	0,20	0,15	0,59	0,56	0,18	0,56	0,36	0,00	0,60	0,00	0,00	0,50	0,50	0,15	0,60	0,35	6,84
ALT2-T100	0,45	0,65	0,45	0,20	0,15	0,65	0,75	0,20	0,70	0,42	0,00	0,70	0,00	0,00	0,65	0,65	0,30	0,75	0,30	7,97
ALT2-T500	0,45	0,69	0,45	0,20	0,15	0,69	0,80	0,25	0,75	0,50	0,00	0,75	0,00	0,00	0,71	0,71	0,35	0,85	0,35	8,65

COMPATIBLE	$x \leq 0,55$
MODERADO	$0,55 < x \leq 0,75$
SEVERO	$0,75 < x \leq 0,95$
CRÍTICO	$x > 0,95$

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

	Medio físico					Medio biótico					Medio cultural		Medio socioeconómico				TOTAL			
	Geología y geomorfología	Suelo	Hidrología superficial y subterránea		Vegetación	Fauna			Espacios Naturales de Interés	Paisaje	Elementos patrimoniales	Vías pecuarias	Población		Sectores productivos	Sistema territorial		Planeamiento urbano		
	Cambios en la morfología	Alteración del suelo	Interceptación de cuencas	Alteración de la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas	Afección a zonas de recarga y descarga	Destrucción directa de la vegetación	Alteración de la vegetación del entorno	Destrucción de biotopos	Afección a la fauna por presencia de infraestructura	Alteración de biotopos del entorno	Afección a Espacios Naturales de Interés	Afección a la calidad del paisaje	Afección a recursos culturales	Afección a vías pecuarias	Afección sobre la salud y el bienestar, ruidos	Afección sobre la salud y el bienestar, vibraciones	Pérdida de terrenos productivo	Cambios en la accesibilidad transversal e itinerarios	Afecciones al planeamiento urbanístico	Total impacto por alternativa
	20	10	30	10	10	10	10	10	10	10	30	40	50	30	20	20	40	20	20	400
Alternativas																				
ALT1-T100	9,00	5,40	15,00	2,00	1,50	5,36	5,20	1,50	5,10	3,50	0,00	20,00	0,00	0,00	9,20	9,20	4,00	10,00	6,00	112
ALT1-T500	9,00	5,90	15,00	2,00	1,50	5,90	5,60	1,80	5,60	3,60	0,00	24,00	0,00	0,00	10,00	10,00	6,00	12,00	7,00	125
ALT2-T100	9,00	6,50	13,50	2,00	1,50	6,50	7,50	2,00	7,00	4,20	0,00	28,00	0,00	0,00	13,00	13,00	12,00	15,00	6,00	147
ALT2-T500	9,00	6,90	13,50	2,00	1,50	6,90	8,00	2,50	7,50	5,00	0,00	30,00	0,00	0,00	14,20	14,20	14,00	17,00	7,00	159

En resumen, se comprueba que la Alternativa 1, T-100 produce menores impactos y por lo tanto, desde el punto de vista medioambiental, es la mejor considerada.

Para las valoraciones de los índices finales, se considera una puntuación progresiva de 0 (puntuación pésima) a 10 (puntuación óptima) teniendo en cuenta que los impactos totales medidos podrían variar teóricamente en un rango de 0 (puntuación óptima: no existen impactos) a 400 (puntuación pésima: existen todos los impactos).

La calificación final queda de la siguiente manera:

COMPARACIÓN AMBIENTAL (RESUMEN DE IMPACTOS)		
ALTERNATIVAS	Total Impacto	Calificación
ALT1-T100	111,96	7,20
ALT1-T500	124,90	6,88
ALT2-T100	146,70	6,33
ALT2-T500	159,20	6,02
IMPACTO MÁXIMO	400,00	0,00
IMPACTO MÍNIMO	0,00	10,00

ÓPTIMO PÉSIMO a= -0,002500
 0,000 400,000 b= 1,000000

 Óptimo
 Pésimo

10.2. COMPARACIÓN TERRITORIAL (AFECCIONES) O SOCIAL

Se utiliza este indicador midiendo directamente las afecciones a terrenos atravesados siendo urbanos o rústicos.

Este indicador pretende medir la afección a una zona de manera cualitativa (el trastorno que puede producir la construcción de los distintos tramos del drenaje sostenible en estudio a los habitantes de la zona, a sus negocios y al uso que pueden hacer de sus territorios, etc...), aunque evidentemente estas afecciones se reflejan automáticamente en los presupuestos de las expropiaciones calculados, por lo que al comparar esta característica territorial o social también se está haciendo indirectamente una comparación económica.

Se compararán mediciones de superficies afectadas, considerando los valores totales de afección por cada una de las alternativas.

Se comprueba que la Alternativa 1-T100 produce menores afecciones y por lo tanto, desde el punto de vista territorial o social, la mejor alternativa.

Para la caracterización y calificación final se han ponderado los valores de cada tipo de superficie según su importancia (mayor importancia, mayor afección territorial, mayor ponderación), de la siguiente manera:

Respecto a los terrenos atravesados:

- ✓ Suelo rural: factor de ponderación 1
- ✓ Suelo urbano: factor de ponderación 10

Los resultados son los siguientes:

CARACTERIZACIÓN RESPECTO AL TIPO DE TERRENO OCUPADO							
ALTERNATIVAS	Terreno afectado (m ²)	Suelo Rural		Suelo urbano		Caracterización	Calificación
		Pond =	1	Pond =	10		
		(m ²)	(m ² pond)	(m ²)	(m ² pond)		
ALT1-T100	48.074,67	45.188,90	45.188,90	2.885,77	28.857,72	74.046,62	10,00
ALT1-T500	51.193,60	48.054,77	48.054,77	3.138,83	31.388,32	79.443,09	9,65
ALT2-T100	102.103,08	94.833,62	94.833,62	7.269,46	72.694,60	167.528,22	3,91
ALT2-T500	113.044,14	104.886,96	104.886,96	8.157,18	81.571,83	186.458,79	2,68

SUMA ÓPTIMO PÉSIMO
 153.489,71 74.046,619 79.443,091

a= -0,000185

b= 14,721301

Óptimo
 Pésimo

10.3. COMPARACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL

Los criterios técnicos y funcionales a tener en cuenta son diferentes, y la suma de todos ellos cuantifican la solución al problema detectado, sus beneficios, la posibilidad de desarrollo futuro del entorno que secciona el territorio, etc...

Así, la calificación final queda de la siguiente manera:

		COMPARACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL							
		ALT1-T100		ALT1-T500		ALT2-T100		ALT2-T500	
Alternativa	Valoración	Cumplimiento	Puntos					Cumplimiento	Puntos
La solución resuelve el problema de drenaje de las cuencas	3	CUMPLE	3,00	CUMPLE	3,00	CUMPLE	3,00	CUMPLE	3,00
Los caudales estimados se pueden evacuar por los conductos actuales	2	CUMPLE	2,00	NO CUMPLE	0,00	CUMPLE	2,00	CUMPLE	2,00
Los caudales estimados se pueden evacuar sin condicionantes a terceros	2	CUMPLE	2,00	NO CUMPLE	0,00	NO CUMPLE	0,00	NO CUMPLE	0,00
Cumple con TODOS los parámetros de diseño	1	CUMPLE	1,00	CUMPLE	1,00	CUMPLE	1,00	CUMPLE	1,00
No se produce segregación de los territorios que no permita accesos	2	CUMPLE	1,50	CUMPLE	1,50	CUMPLE	1,50	CUMPLE	1,50
VALORACIÓN	10		9,5		5,5		7,5		7,5

Óptimo
 Pésimo

10.4. COMPARACIÓN ECONÓMICA

Para comparar las Alternativas estudiadas desde un punto de vista económico se han utilizado los Presupuestos Base de Licitación de cada una de ellas.

Puesto que el objetivo de esta valoración es clasificar cada una de las alternativas según su bondad desde el punto de vista económico, la alternativa considerada como óptima será aquella que resulte menos costosa. Esta alternativa se calificará con 10.

Se parte de la alternativa más económica y de su puntuación total (10), para puntuar las otras por debajo de 10, proporcionalmente a las diferencias porcentuales de los presupuestos totales, respecto del presupuesto más bajo. Si la puntuación se encuentra por debajo de 0, se le asignará el valor 0.

La calificación final queda de la siguiente manera:

Alternativa	COMPARACIÓN ECONÓMICA			
	ALT1-T100	ALT1-T500	ALT2-T100	ALT2-T500
PBL	4.707.675,38	5.092.007,55	11.771.603,52	12.314.694,44
Diferencia respecto a la más barata (€)	0,00	384.332,17	7.063.928,14	7.607.019,06
Diferencia respecto a la más barata (%)	0,00	8,16	150,05	161,59
VALORACIÓN	10,00	9,18	0,00	0,00

	Óptimo
	Pésimo

En resumen, en lo que se refiere al presupuesto de las obras se comprueba que la Alternativa 1, T100 es más económica que las otras alternativas y en especial que las relativas a las alternativas 2.

10.5. PONDERACIÓN DE OBJETIVOS Y RESULTADO FINAL DEL ANÁLISIS

Una vez valorados todos los indicadores de los cuatro objetivos utilizados se está en disposición de obtener la matriz de valoración y el indicador global de cada alternativa a partir del establecimiento de una ponderación de cada objetivo.

Para ello, hay que establecer una prioridad entre los objetivos, de forma que los más importantes y/o representativos tengan mayor peso.

Efectivamente, tomando como base las valoraciones parciales obtenidas en los apartados anteriores para cada uno de los aspectos estudiados, y aplicando los siguientes factores de ponderación a cada uno de ellos:

- ✓ Valoración Ambiental: factor de ponderación 0,4
- ✓ Valoración Territorial: factor de ponderación 0,1
- ✓ Valoración técnica y funcional: factor de ponderación 0,15
- ✓ Valoración económica: factor de ponderación 0,35

Obtenemos la siguiente valoración ponderada de cada una de las alternativas.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

COMPARACIÓN FINAL									
ALTERNATIVAS	Valoración Ambiental		Valoración Territorial (Afecciones) o Social		Valoración Técnica y Funcional		Valoración Económica		VALORACIÓN FINAL
	Pond=	0,4	Pond =	0,1	Pond =	0,15	Pond=	0,35	
	Calificación	(pond)	Calificación	(pond)	Calificación	(pond)	Calificación	(pond)	
Alt-1-T100	7,20	2,88	10,00	1,00	9,50	1,43	10,00	3,50	8,8
Alt-1-T500	6,88	2,75	9,65	0,96	5,50	0,83	9,27	3,25	7,8
Alt-2-T100	6,33	2,53	3,91	0,39	7,50	1,13	0,00	0,00	4,0
Alt-2-T500	6,02	2,41	2,68	0,27	7,50	1,13	0,00	0,00	3,8

11. CONCLUSIONES Y ALTERNATIVA SELECCIONADA

Según todo lo anteriormente expuesto, se concluye que la **ALTERNATIVA SELECCIONADA** es la **ALTERNATIVA Nº 1**, para un periodo de retorno de 100 años.

Como ya se ha mencionado en otros puntos del presente apartado, el Estudio de Alternativas que aquí se incluye fue elaborado en las primeras fases del proyecto, por lo que no existían estudios en profundidad de la zona que se aconsejaba en el análisis previo de estas alternativas. Así, la alternativa seleccionada a partir de este análisis respondía únicamente a aquella más favorable atendiendo a su metodología constructiva y a las afecciones derivadas de la misma.

Como conclusiones generales, a lo largo del presente documento se estiman haber fijado adecuadamente las bases de partida, la situación actual de los sistemas de referencia y los objetivos del estudio de las distintas alternativas en su conjunto, proponiendo las suficientes alternativas y aportando una amplia y concreta descripción de cada una de ellas, fundamentando al mismo tiempo el análisis en las necesidades del servicio, considerando concretamente cuantas variables funcionales, ambientales y económicas se han estimado representativas para el correcto desarrollo del análisis multicriterio, análisis que se estima haber justificado adecuadamente la selección de las alternativas derivada del presente documento, dando cumplimiento al objeto para el que se prescribe el estudio de alternativas de las obras.

ANEJO Nº3.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ÍNDICE

1.	OBJETO	1
2.	CARTOGRAFÍA.....	1
2.1.	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO	1
2.2.	PRINCIPADO DE ASTURIAS.....	1
2.3.	CENTRO DE DESCARGAS DEL CNIG	2
2.3.1.	LIDAR	2
2.3.2.	ORTOFOTOS.....	3
2.3.3.	CARTOGRAFÍA 25000.....	3
2.3.4.	CARTOGRAFÍA PEQUEÑA ESCALA (BCN250 Y BCN500)	3
2.4.	OTRAS FUENTES	4
3.	METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA.....	4
3.1.	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA, MARCO DE REFERENCIA, Y ORIGEN ALTIMÉTRICO	4
3.2.	MATERIAL UTILIZADO	4
3.3.	PROCEDIMIENTOS	5
4.	TRABAJOS DE GABINETE Y RESULTADOS OBTENIDOS	6

APÉNDICES

Apéndice 1. Coordenadas de las bases de estaciones de referencia GPRS utilizadas

Apéndice 2. Bases topográficas utilizadas

Apéndice 3. Material utilizado

Apéndice 4. Certificados de calibración de los aparatos

Apéndice 5. Reportaje fotográfico

1. OBJETO

En el presente anejo se expone la información cartográfica empleada en el ámbito del proyecto, así como los levantamientos efectuados para obtener planos topográficos veraces y fidedignos, que contemple tanto la definición del terreno como otros elementos como: postes de luz, postes de alta tensión, postes de teléfono, esquinas, fachadas, acequias, pistas, bermas, casetas, instalaciones varias, muros, vallas, obras de drenaje etc. y tener puntos de coordenadas conocidas de referencias para posibles trabajos futuros de obra dentro de los límites marcados sobre el que se ha de proyectar el nuevo trazado.

2. CARTOGRAFÍA

La cartografía que ha sido utilizada en el ámbito del proyecto, procedente de diversas fuentes de información, ha sido la siguiente:

Las tres fuentes principales de información son las siguientes:

- Confederación Hidrográfica del Cantábrico
- Principado de Asturias
- Centro de Descargas del CNIG

2.1. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO

La información procedente de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) ha sido lo proveniente de las consultas al visor cartográfico disponible a partir de su página web, así como otra procedente de la información cartográfica disponible del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, donde se tiene:

- Información ambiental;
- Infraestructuras;
- Red hidrográfica;
- Redes de control biológico y químico;
- Unidades de gestión.
- Etc.

2.2. PRINCIPADO DE ASTURIAS

Básicamente, cartografía digital existente a escala 1:5.000 procedente del Principado de Asturias.

2.3. CENTRO DE DESCARGAS DEL CNIG

El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) es «un Organismo Autónomo de carácter comercial asignado al Ministerio de Fomento a través del Instituto Geográfico Nacional», cuya principal misión es difundir y comercializar los productos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), y en estrategia común con él, producir y distribuir sus publicaciones cartográficas y las de otras administraciones e instituciones.

Desde su Centro de Descargas se ha obtenido la siguiente información:

- Datos LIDAR
- Ortofotos
- Cartografía 25.000
- Cartografía de pequeña escala: 250.000 y 500.000

2.3.1. LIDAR

El Centro de Descargas permite disponer de datos LIDAR en formato *.laz por hojas 5.000 según la distribución de hojas del Mapa Topográfico Nacional. El origen de estos datos es el vuelo LIDAR realizado por el IGN-CNIG en 2012.

Estos ficheros *.laz contienen las nubes de puntos. Son millones, y tienen una densidad mínima de un punto por cada 2 metros cuadrados. Cada punto no sólo tiene la información de la altura respecto al nivel medio de mar en Alicante, según el geoide EGM08 y en Datum ETRS89 sino que también contiene la información específica del LIDAR: clasificación, color, intensidad y número de eco.

La precisión métrica en altimetría (h) ronda los 15-20 cm. En planimetría, es variable, según la ubicación del punto respecto del ancho de la pasada. Los puntos situados en los extremos de cada pasada (los clasificados como solape) pueden tener errores planimétricos de hasta 1 metro. Sin embargo, los puntos del centro de las pasadas su Error Medio Cuadrático (ECM) oscilará en torno a los 10-15 cm.

Debido a que estos datos son los de mayor precisión disponible, se ha procedido a su tratamiento para la obtención de curvas de nivel de detalle para la utilización en el Proyecto.

En primer lugar se ha procedido a descomprimir los ficheros *.laz en ficheros *.las, reconocibles en un Software GIS (ArcGis).

Una vez descomprimidos se ha procedido a la revisión de la clasificación de los puntos en la zona del azud. Los datos descargados vienen con una clasificación automática, realizada por un software, que debe ser revisada y corregida en caso necesario.

Finalmente, y a partir de los puntos clasificados como “Suelo” se generan curvas de nivel de 0,5 – 1 metros, en función de las circunstancias del proyecto.

Además, fruto de los trabajos relativos a los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación en el ARPSI ES018-AST-43-1-2, en la Ría de Villaviciosa, se dispone de modelos digitales del terreno procedentes

de los mismos datos LIDAR, con tamaño de celda 1x1 m y en algunos casos han sido completados con perfiles o batimetrías tomadas en campo, lo que permite extraer curvas de nivel más precisas y con menos procesamiento que desde los propios ficheros .LAS.

También se ha empleado el MDT de celdas 5x5 en diferentes etapas de avance del proyecto

2.3.2. ORTOFOTOS

Los fotogramas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) son un producto integrante del Plan Nacional de Observación del Territorio de España, cuya financiación se realiza de manera conjunta entre Administración General del Estado (66%) y Comunidades Autónomas (34%). La contratación se realiza por parte de las Comunidades Autónomas, pero es coordinado por el Instituto Geográfico Nacional y distribuido por el Centro Nacional de Información Geográfica.

El producto disponible es un mosaico de ortofotos lo más reciente disponible, en formato ECW. Sistema de referencia geodésico es ETRS89 en Península y proyección UTM en el huso correspondiente. La unidad de distribución y descarga es la hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000), resultado de componer un mosaico con las ortofotos correspondientes a cada hoja del MTN50. Un mosaico de Máxima Actualidad por hoja MTN50 se forma seleccionando de entre toda la información de ortofotografía PNOA disponible, aquella que tenga una fecha de referencia más reciente, y en caso de coincidencia, se seleccionará la que tenga un tamaño de píxel menor.

En el caso de la zona de proyecto se han empleado las ortofotos de máxima actualidad (2018):

- PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30h50_0015.ecw
- PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30h50_0030.ecw

2.3.3. CARTOGRAFÍA 25000

La BTN25 es la Base Cartográfica Nacional a escala 1:25.000. Es una Base de datos tridimensional con cobertura completa para España. Contiene 88 capas de información geográfica que abarcan datos topográficos y temáticos para explotación y consulta mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y para producción de productos cartográficos. Además se encuentra inmersa en un proceso de actualización de la información de edificaciones y construcciones, partiendo, fundamentalmente, de los datos proporcionados por la Dirección General de Catastro, teniendo prevista la cobertura nacional a finales de 2018.

2.3.4. CARTOGRAFÍA PEQUEÑA ESCALA (BCN250 Y BCN500)

LA BCN250 (Mapa formado a partir de la Base Cartográfica Nacional a escala 1:250.000) y la BCN500 (Mapa formado a partir de la Base Cartográfica Nacional a escala 1:500.000) son mapas a pequeña

escala de toda la península ibérica que pueden ser útiles como base en los planos de situación y emplazamiento del proyecto.

2.4. OTRAS FUENTES

- Infraestructura de Datos Espaciales -IDE-MITECO
<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/>
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE).
<http://www.siose.es/>

3. METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA

Los trabajos topografía que llevarán a cabo comprenden las actividades siguientes:

- Recopilación de información general del terreno y reportaje fotográfico del mismo.
- Implantación de bases y determinación de coordenadas de las mismas.
- Radiación de puntos del terreno y resto de elementos característicos para determinar sus coordenadas.
- Caracterización y definición geométrica de los cauces de los arroyos, canalizaciones y resto de obras de paso que existan
- Procesamiento y obtención de los distintos productos cartográficos.

3.1. PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA, MARCO DE REFERENCIA, Y ORIGEN ALTIMÉTRICO

Las coordenadas que se arrojan en proyección UTM, HUSO 30

El marco de coordenadas es ETRS89

Las altitudes (coordenada "Z") son tanto ortométricas como elipsoidales según el modelo de transformación "EGM08 Iberia".

3.2. MATERIAL UTILIZADO

RECURSOS HUMANOS:

Ingeniero técnico en topografía

Auxiliar de topografía.

RECURSOS MATERIALES:

ESTACIÓN TOTAL marca Leica modelo TCRP 1205 R300 con memoria interna para colección de datos. Accesorios estación Total: Trípodes, bastones, prismas, cintas metálicas, baterías

RECEPTOR GNSS marca Leica, modelo System 1200

NIVEL DE PRECISIÓN AUTOMÁTICO, marca Wild.

Equipo de Auxiliar de topografía: Maceta, tachuelas, clavos topográficos de acero con cruz grabada, flexómetro, pintura, radios de comunicación.

3.3. PROCEDIMIENTOS

Se empleó conjuntamente topografía clásica (estación total) y topografía geodésica (GPS)

A continuación se describe una breve explicación del funcionamiento de la tecnología y procedimientos GPS para la obtención de coordenadas precisas de las bases y puntos de los levantamientos:

Se ha establecido una red de bases de replanteo en las zonas que ha sido necesario el uso de topografía clásica observado con aparatos receptores GPS bifrecuencia.

El método de trabajo con GPS en tiempo real se compone de un GPS fijo de referencia (estación de referencia) y un GPS en movimiento (rover).

El receptor fijo lo situamos sobre un punto de la red básica de coordenadas conocidas calculadas en la fase anterior en el sistema de referencia local. Éste vértice se denomina vértice o estación de referencia.

La metodología en tiempo real se basa en el cálculo de ambigüedades en el mismo instante de la toma de datos. Tras poner en funcionamiento el receptor de referencia se ha de esperar que éste resuelva las ambigüedades antes de proceder a la obtención de datos de los puntos del levantamiento. Si el número de satélites sobre el horizonte y su geometría es válida, el receptor de referencia fija ambigüedades en pocos minutos. Una vez realizada ésta operación el cálculo de coordenadas de los demás puntos será instantáneo.

La comunicación entre la estación de referencia y los rover, es posible gracias al sistema de telecomunicaciones utilizado para la transmisión, con un alcance de 5Km entre ambos receptores. Para evitar problemas de comunicación entre receptores debe elevarse la antena del receptor lo máximo posible.

El procedimiento para efectuar el levantamiento al detalle con equipos GPS en tiempo real requiere el mismo equipo que para posicionamientos diferenciales, además de sistemas de transmisión de telecomunicaciones.

Indicándole que calcule su posición durante 15-20 min, o introduciendo las coordenadas conocidas con anterioridad, el receptor enviará las correcciones (RTCM, RTIME, RTCA), al rover a través de un sistema de telecomunicaciones operativo entre ambos receptores.

Las coordenadas de los puntos, se obtienen en el sistema de referencia WGS84. La metodología RTK permite asociar una proyección y un sistema de referencia distinto. Podemos obtener las coordenadas de los puntos directamente en la proyección UTM.

También podrían obtenerse de cualquier otro sistema de referencia local con respecto al cual se haya realizado la georeferenciación (transformación de sistema de referencia). Las precisiones obtenidas en las coordenadas del levantamiento dependerán de varios factores: precisión de las coordenadas de la red, precisión de los equipos, errores accidentales geográficos, etc.

De esta forma, la precisión de los puntos del levantamiento puede llegar a ser del orden de 1/3 cm.

La estación de referencia tiene un radio enlace conectado y transmite los datos que recibe de los satélites. El rover también tiene un radio enlace, y recibe la señal transmitida de la referencia. Éste receptor también recibe los datos de los satélites directamente desde su propia antena. Estos dos conjuntos de datos pueden ser procesados juntos en el móvil, para resolver ambigüedades y obtener una posición precisa en relación a la referencia.

Una vez que el receptor de referencia se ha instalado y está transmitiendo datos mediante el radio enlace, se puede activar el Móvil.

Cuando está rastreando satélites y recibiendo datos de la referencia, puede comenzar el proceso de inicio. Esto es similar al proceso de inicio realizado en un levantamiento cinemático OTF (On The Fly) con post-proceso, la diferencia es que el proceso se realiza en tiempo real. Una vez que se ha completado el inicio, las ambigüedades son resueltas y el móvil puede registrar puntos y sus coordenadas. En éste punto, las precisiones de las líneas base serán del orden de 1/5 cm.

Es importante mantener contacto con el receptor de referencia, de otra manera el móvil puede perder ambigüedad, si esto sucediese la posición calculada sería menos precisa. Además se pueden presentar problemas cuando se mide cerca de árboles edificios, etc., ya que la señal de los satélites puede ser bloqueada.

Aquellas zonas que fueron posibles de registrar coordenadas con el método anteriormente expuesto, topografía geodésica, se utilizó topografía clásica con taquímetro electrónico por el método de radiación de puntos.

4. TRABAJOS DE GABINETE Y RESULTADOS OBTENIDOS

Toda información en el campo se transmite a la computadora de trabajo a través del programa Leica-GeoOffice y MDT.

Esta información se procesa por el modulo básico haciendo posible tener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo, con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos.

APÉNDICE 1. COORDENADAS DE LAS BASES DE ESTACIONES DE REFERENCIA GPRS UTILIZADA

RTCM-Ref 0054,281815.044,4827675.244,103.779,

Tipo de receptor GNSS instalado	
Ubicación	Gijón
ID RINEX	XIXO
Receptor	TRIMBLE NETR9
Antena	TRM59900.00 SCIS
Altura de la antena	0.0350 m (BPA)

Coordenadas ECEF(ETRS89)	
X	4605738.843
Y	-459868.543
Z	4373716.906
Fecha de cálculo	2017

Organismo al que pertenece el receptor



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS,
 ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
 Y MEDIO AMBIENTE

MINISTERIO DE FOMENTO



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Tipo de receptor GNSS instalado	
Ubicación	Cabranes
ID RINEX	CBRN
Receptor	TOPCON NET-G5
Antena	TPSCR.G5 TPSH
Altura de la antena	0.000 m Base del soporte de la antena

Coordenadas ECEF(ETRS89)	
X	4619819.503
Y	-437553.969
Z	4361462.640
Fecha de cálculo	2019

Organismo al que pertenece el receptor	
Gobierno del Principado de Asturias	 GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE



LISTADO DE BASES AUXILIARES UTILIZADAS

1001	302601.964	4816373.778	5.926	BR
1002	302599.815	4816367.522	6.221	BR
1003	302604.885	4816382.272	5.701	BR
1007	303860.648	4817935.335	9.597	BR
1008	303847.345	4817915.728	10.365	BR
1009	303864.028	4817957.286	13.636	BR
1010	303860.057	4817954.202	16.080	BR
1011	303860.277	4817958.418	16.135	BR
1012	303873.075	4817971.210	14.684	BR
1013	303874.568	4817973.259	14.802	BR
1014	303876.436	4817975.814	14.841	BR
1015	303554.352	4817005.653	56.469	BR
1016	303560.655	4816995.371	57.453	BR
1017	303556.165	4817016.289	55.405	BR
1018	303571.543	4816926.482	62.269	BR
1019	303569.391	4816916.363	63.093	BR
1020	303576.643	4816952.769	63.461	BR
1021	303544.848	4816811.982	62.650	BR
1022	303552.364	4816833.527	62.879	BR
1023	303550.474	4817029.778	54.136	BR
1024	303555.291	4817032.630	53.884	BR
1025	303542.148	4817040.334	51.377	BR
1026	303550.470	4817029.787	54.145	BR

APÉNDICE 2. BASES TOPOGRÁFICAS UTILIZADA

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B1	303985,61	4818298,89	2,66	55,62



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B2	303850,36	4817900,05	11,61	64,60



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASES	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B3	303782,84	4817995,70	2,87	55,86



The photograph shows a gravel-covered area, likely a drainage point, with a blue marker 'B3' painted on it. In the background, there is a metal structure, possibly a water meter or a small building, and a grassy field.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B4	303524,76	4817093,37	41,83	94,86



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B5	303583,51	4816860,35	67,86	120,91



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B6	303366,19	4816305,33	50,45	103,53



DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

BASE	X	Y	Z_ORTO	Z_ELIPSO
B7	302647,73	4816314,64	6,42	59,52



APÉNDICE 3. MATERIAL UTILIZADO

Sistema GPS Leica Viva GS-15 GNSS, para trabajar tanto con Fijo+Móvil, como sólo Móvil usando telefonía en cualquier red de emisión continua:

- Comunicaciones móviles 3.5G para conexiones.
- IP67, y temperaturas de trabajo de -30 C° a +60 C°
- Procesamiento RTK
- Tecnología GNSS
- Constelaciones: GPS (L1, L2, L2C); GLONASS (L1, L2); ampliable a Galileo...
- Precisión: Horizontal = 5 mm + 0.5 ppm; Vertical = 10 mm + 0.5 ppm (variable en función del entorno de trabajo y del método de medición)



Estación Total Leica TCRP 1205 R300:

- Precisión angular: 5" (1.5 mgon)
 - Compensador de cuádruple eje centralizado
 - Función ATR rastreo automático.
 - Precisión en distancia, estándar: 1.5 mm + 2 ppm
 - Precisión en distancia, sin prisma: 2 mm + 2 ppm
 - Medición de alcance máximo con prisma: 3.500 metros
 - Medición de alcance máximo sin prisma: hasta 400 metros.
 - Anteojo: 30 x
- Teclado alfanumérico.
- Temperaturas de trabajo de -20 C° a +50 C°



Nivel equialtímetro Pentax AL-M2c:

- Anteojo: 32 x
- Apertura de objetivo: 45 mm
- Distancia de enfoque mínima: 80 cm
- Rango del compensador automático: $\pm 12'$
- Precisión: $\pm 0.3''$
- Desviación estándar en nivelación
doble de 1 Km: ± 1.0 mm



Programas de topografía:

- MDT-TCP
- Leica Geo Office.

APÉNDICE 4. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS APARATOS

Nº de Certificado: 18200C 6214 **Próxima revisión recomendada:** 28/12/2019
Fecha: 28/12/2018 **Técnico:** 01
4306214 Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.L
Instrumento: Estación Total **Modelo:** TCR1205 R300
Marca: Leica **Nº Serie:** 228463

Identificación de patrones utilizados:

- 1. Ángulos:** Colimador de ejes Leica modelo 727043 n/s: 10492 Certificado CEM 161762001
- 2. Distancia:** Línea base con centrado forzoso y 3 reflectores a las distancias certificado CEM 161762002

Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto:

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura $K=2$, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

Procedimientos utilizados:

- 3. Verificación patrones:** Procedimientos descritos en documentación interna de Lógica Equipamientos Integrales, S.L. IT-05CG-01 e IT-08CG-01
- 4. Verificación Instrumento:** Procedimientos descritos en documentación interna de Lógica Equipamientos Integrales, S.L. IT-06CG-01

Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

Cálculo de resultados:

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Página 1 de 2



ESPAÑA Parque Empresarial Alvedro c/J. nº 24 15180 Culleredo
Parque Tecnológico Asturias. Edif. Centroelena . 33428 Llanera

Telf.: 981.151910 Fax 981 242189
Telf.: 985 732155 Fax 985 732154

MÉXICO c/ Homero 1430 – Colonia Polanco 11510 México DF.
Lógica Equipamientos Integrales, S.L. CIF.: B-15803380 Registro Mercantil de La Coruña Tomo 2504 Folio 170 Hoja nº C-27372
Inscripción 1º

Telf. (55)5395 5281 Cel. (044) 556013 1936

Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0015	0.0015	0.0006	0.0006
Desviación V (Gon)	0.0035	0.0015	0.0006	0.0006
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	2	2mm + 2ppm	1	0.5
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	3	3mm + 2ppm	2	0.5

Error de entrada angular (Gon):

	M1
Desviación Hz:	0.0015
Desviación V:	0.0035

Error de entrada distanciometría (mm):

	M1
Desviación D1:	2
Desviación D2:	2

Error de salida angular (Gon):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación Hz:	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Desviación V:	0.0005	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005

Error de salida distanciometría (mm):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación D1:	1	1	1	1	1
Desviación D2:	2	2	2	2	2

Notas:

Terminología de siglas:

V: valor ángulos vertical.

H: valor ángulo horizontal.

D1: distancia 1 conocida y certificado por el CEM

D2: distancia 2 conocida y certificada por el CEM

Mx: número de medida realizada

No se permite la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito de Lógica Equipamientos Integrales, S.L.

Nº de Certificado: 18198C 6214 **Próxima revisión recomendada:** 28/12/2019
Fecha: 28/12/2018 **Técnico:** 01
4306214 Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.L
Instrumento: Nivel Óptico **Modelo:** NAK2
Marca: Wild **Nº Serie:** 522750

Identificación de patrones utilizados:

1. Ángulos: Colimador de ejes Leica modelo 727043 n/s: 10492 Certificado CEM 161762001

Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto:

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura $K=2$, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

Procedimientos utilizados:

2. Verificación patrones: Procedimientos descritos en documentación interna de Lógica Equipamientos Integrales, S.L. IT-08CG-01

3. Verificación Instrumento: Procedimientos descritos en documentación interna de Lógica Equipamientos Integrales, S.L. IT-06CG-01

Condiciones ambientales:

Temperatura durante la revisión $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

Cálculo de resultados:

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Página 1 de 2



ESPAÑA Parque Empresarial Alvedro c/J, nº 24 15180 Culleredo
Parque Tecnológico Asturias. Edif. Centroelena . 33428 Llanera

Telf.: 981.151910 Fax 981 242189
Telf.: 985 732155 Fax 985 732154

MÉXICO c/ Homero 1430 – Colonia Polanco 11510 México DF.

Telf. (55)5395 5281 Cel. (044) 556013 1936

Lógica Equipamientos Integrales, S.L. CIF.: B-15803380 Registro Mercantil de La Coruña Tomo 2504 Folio 170 Hoja nº C-27372
Inscripción 1ª

Resultados:

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación típica para un kilómetro de doble nivelación (mm)	0.7	0.7	0.3	0.3

Error de entrada (mm):

	M1
Desviación:	0.7

Error de salida (mm):

	M1	M2	M3	M4	M5
Desviación:	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Notas:

Terminología de siglas:

Mx: número de medida realizada

No se permite la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito de Lógica Equipamientos Integrales, S.L.

Página 2 de 2

lógica
equipamientos integrales
C.I.F. B - 15803380

Parque Empresarial de Alvedro, Calle J, N.º 24
15180 CULLEREDO (A Coruña)

Tel.: 981.151910 Fax 981 242189
Tel.: 985 732155 Fax 985 732154

Tel. (55)5395 5281 Cel. (044) 556013 1936

ESPAÑA Parque Empresarial Alvedro c/J, nº 24 15180 Culleredo
Parque Tecnológico Asturias. Edif. Centroelena . 33428 Llanera

MÉXICO c/ Homero 1430 – Colonia Polanco 11510 México DF.

Lógica Equipamientos Integrales, S.L. C.I.F.: B-15803380 Registro Mercantil de La Coruña Tomo 2504 Folio 170 Hoja nº C-27372
Inscripción 1ª



Nº de Certificado:	17277C 6214	Técnico:	01
Fecha:	16/10/2017		
4306214	Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.L		
Instrumento:	GPS	Modelo:	GS15
Marca:	Leica	Nº Serie:	1502370

Proceso de Verificación y Control

El instrumento ha sido verificado y controlado mediante la observación de un punto de control (LOGA) realizando el cálculo de una línea base tal como se detalla en la instrucción IT-10CG-03 del procedimiento de mantenimiento de equipos de Lógica Equipamientos Integrales. Las coordenadas en el sistema ETRS89 de cada una de estas bases son:

Coordenadas LOGA (X, Y, Z):	Coordenadas ERLC (X, Y, Z):
551244.0097	546664.0419
4794158.8671	4800203.9627
97.6905	118.8946

Resultados:

Con una observación estática en el punto Base y procesando los datos con el programa Leica Geo Office se han obtenido los siguientes resultados en coordenadas ETRS89:

Coordenadas Resultantes (X, Y, Z):	Tolerancia (Hz y Vf):
551244.0091	3 mm + 0.5 ppm
4794158.8642	
97.6876	6 mm + 0.5 ppm

Fecha recomendada para próxima verificación: 16/10/2018

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a patrones nacionales o a patrones extranjeros.

No se permite la reproducción parcial o total de este certificado sin la aprobación por escrito de Lógica Equipamientos Integrales, S.L.



ESPAÑA Parque Empresarial Alvedro c/J, nº 24 15180 Culleredo
Parque Tecnológico Asturias. Edif. Centroelena . 33428 Llanera

MÉXICO c/ Homero 1430 – Colonia Polanco 11510 México DF.
Lógica Equipamientos Integrales, S.L. CIF.: B-15803380 Registro Mercantil de La Coruña Tomo 2504 Folio 170 Hoja nº C-27372
Inscripción 1ª

Tel.: 981.151910 Fax 981 242155
Tel.: 985 732155

lógica equipamientos integrales
B - 15803380
Parque Empresarial de Alvedro, Calle J, N.º 24
15180 CULLEREDO (A Coruña)

APÉNDICE 5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



FOTO Nº 1



FOTO Nº 2



FOTO Nº 3



FOTO Nº 4



FOTO Nº 5



FOTO Nº 6



FOTO Nº 7



FOTO Nº 8



FOTO Nº 9



FOTO Nº 10



FOTO Nº 11



FOTO Nº 12



FOTO Nº 13



FOTO Nº 14



FOTO Nº 15



FOTO Nº 16



FOTO Nº 17



FOTO Nº 18



FOTO N° 19



FOTO N° 20



FOTO N° 21



FOTO N° 22



FOTO N° 23



FOTO N° 24



FOTO N° 25



FOTO N° 26

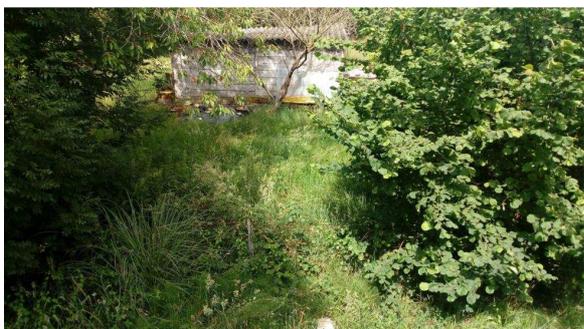


FOTO N° 27



FOTO N° 28



FOTO N° 29



FOTO N° 30



FOTO N° 31



FOTO N° 32



FOTO N° 33



FOTO N° 34



FOTO N° 35



FOTO N° 36



FOTO N° 37



FOTO N° 38



FOTO N° 39



FOTO N° 40



FOTO N° 41



FOTO N° 42



FOTO Nº 43



FOTO Nº 44



FOTO Nº 45



FOTO Nº 46



FOTO Nº 47



FOTO Nº 48

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

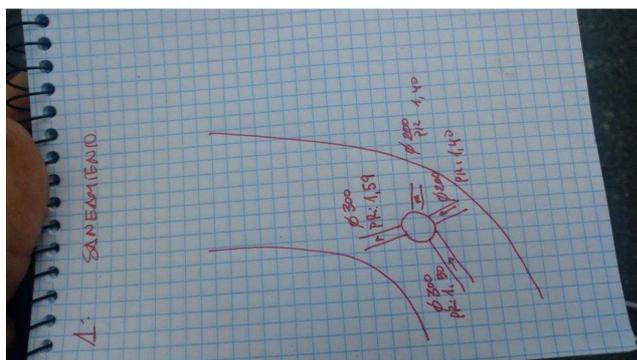


FOTO Nº 49



FOTO Nº 50

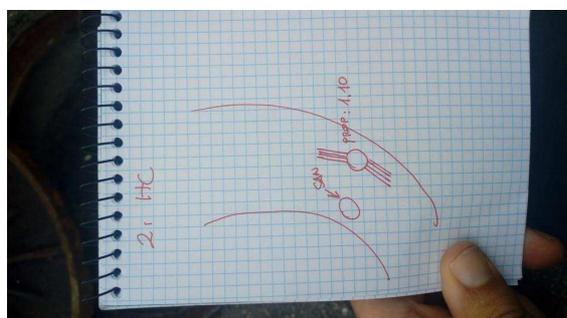


FOTO Nº 51



FOTO Nº 52

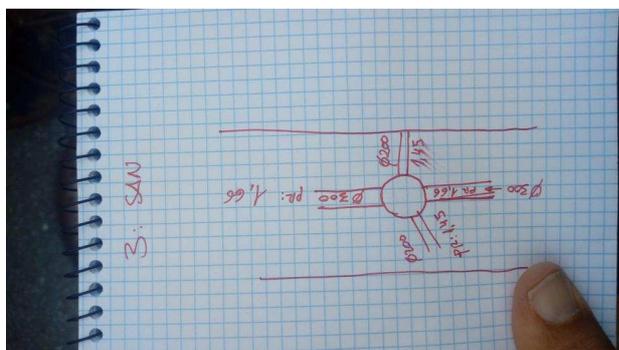


FOTO Nº 53



FOTO Nº 54

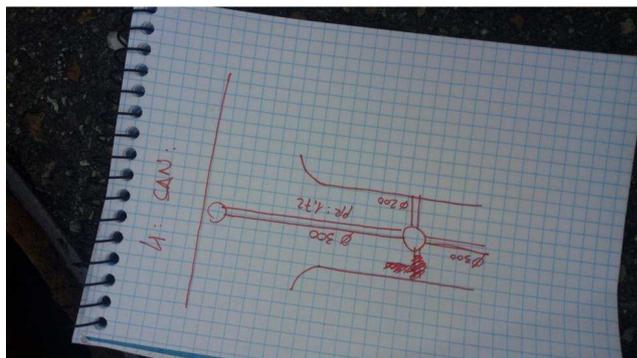


FOTO Nº 55



FOTO Nº 56

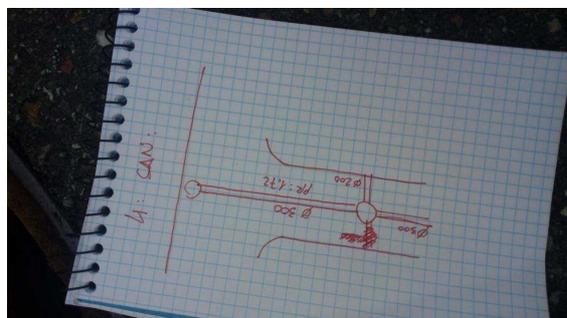


FOTO Nº 57



FOTO Nº 58



FOTO Nº 59



FOTO Nº 60



FOTO N° 61



FOTO N° 62



FOTO N° 63

ANEJO Nº 4. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
2.	TRABAJOS REALIZADOS	1
2.1.	INVENTARIO DE TALUDES	2
2.2.	CALICATAS	2
2.3.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	3
2.4.	ENSAYOS DE LABORATORIO	4
3.	ENCUADRE GEOLOGICO	6
3.1.	TRIÁSICO. FACIES KEUPER	7
3.2.	JURÁSICO. CALIZAS Y DOLOMÍAS	8
3.3.	RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS	10
3.4.	RELLENOS ANTRÓPICOS	11
4.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES	12
4.1.	UNIDAD T. ARCILLAS ROJAS. TRIÁSICO	12
4.1.1.	IDENTIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL	12
4.1.2.	CONTENIDOS QUÍMICOS Y AGRESIVIDAD.	14
4.1.3.	RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	14
4.1.4.	EXCAVABILIDAD Y REUTILIZACIÓN	16
4.1.5.	IDENTIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL	18
4.1.6.	CONTENIDOS QUÍMICOS Y AGRESIVIDAD.	18
4.1.7.	RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	18
4.1.8.	EXCAVABILIDAD Y REUTILIZACIÓN	19
4.2.	UNIDAD R. RELLENOS ANTRÓPICOS.....	19
5.	ESTUDIO DE TALUDES	20
5.1.	ANÁLISIS DE TALUDES EXISTENTES.....	20
5.2.	CÁLCULOS DE ESTABILIDAD	21
6.	ESTUDIO PARTICULARIZADO DE LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	25
6.1.	CAUCE RECEPTOR. TRAMO ENTERRADO	25
6.2.	MARCO DE ALIVIO ARROYO CUARTEL.....	26
7.	EFECTOS SÍSMICOS	28
8.	RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO	30
8.1.	RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE DESMONTES.....	30
8.2.	RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE RELLENOS	31
9.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de taludes de desmonte	2
Tabla 2. Calicatas	3
Tabla 3. Ensayos de Penetración Dinámica	4
Tabla 4. Ensayos de laboratorio.....	4
Tabla 5. Resultados ensayos de laboratorio.....	5
Tabla 6. Resultados ensayos de laboratorio. Cont.	5
Tabla 7. Tabla resumen de parámetros geotécnicos	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa Geológico 1:50.000. Serie Magna. Hoja 30. Villaviciosa	6
Figura 2.- Leyenda Mapa Geológico 1:50.000. Serie Magna. Hoja 30 Villaviciosa	7
Figura 3.- Huso granulométrico Unidad T. Arcillas rojas.....	12
Figura 4.- Carta de plasticidad de Casagrande. Unidad T. Arcillas rojas	13
Figura 5.- Diagrafía de golpeo de los ensayos DPSH realizados en la Unidad T. Arcillas rojas	15
Figura 6.- Ensayos de corte directo en Unidad T Arcillas rojas	16
Figura 7.- Criterio de colapsabilidad de Gibbs. Unidad T. Arcillas rojas.....	17
Figura 8.- huso granulométrico unidad Qal. Gravas y arcillas arenosas aluviales	18
Figura 9.- Diagrafía de golpeo del ensayo DPSH en unidad Qal. Gravas y arcillas arenosas aluviales	19
Figura 10. Calculo de estabilidad en situación definitiva. Cauce en desmonte. P.K.0+840.	22
Figura 11.- Talud temporal. 1H/1V, H=10m. FdS=1.36	23
Figura 12.- Terraplén a media ladera. Talud 3H/2V. H=5m. FdS=1.54	24
Figura 13.- Sección tipo y características geotécnicas. Cajón interceptor	25
Figura 14.- Sección tipo y características geotécnicas. Marco de alivio.....	27
Figura 15.- Mapa de Peligrosidad Sísmica según la NCSE-02	29
Figura 16.- Preparación de la superficie de apoyo para terraplenes a media ladera	32

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1.- Aspecto de las lutitas alteradas de edad Triásico.	8
Foto 2.- Brechas calcáreas de la base de la serie jurásica en el entorno del P.K. 1+050.....	9

Foto 3.- Serie calcárea jurásica al Este del trazado del cauce proyectado	9
Foto 4.- Aspecto de los depósitos coluviales identificados en el entorno del P.K. 1+000	10
Foto 5.- Rellenos de escombros en camino. Al norte del P.K. aproximado 1+500	11
Foto 6.- Talud en materiales de la unidad T con inclinación y altura aproximadas 3H/2V y H=6-8m, que presenta problemas de estabilidad. Se ha estabilizado con escollera colocada. Al fondo se observa una nueva inestabilidad superficial en la zona no protegida / estabilizada.	31

APÉNDICES

Apéndice 1. Plano de situación de prospecciones

Apéndice 2. Registro de calicatas

Apéndice 3. Registro de ensayos de penetración dinámica DPSH

Apéndice 4. Ensayos de laboratorio

Apéndice 5. Fichas del inventario de taludes

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El presente anejo tiene por objeto establecer las condiciones geológico-geotécnicas del área de estudio en la que se prevé la construcción del cauce de recogida de aguas superficiales al norte de la localidad de Villaviciosa.

Para la realización de este estudio se ha realizado una revisión bibliográfica de la información geológico-geotécnica disponible, se han llevado a cabo varias visitas y reconocimientos de campo, así como una campaña de prospecciones geotécnicas con toma de muestras, realización de ensayos in situ y ensayos de laboratorio. Una vez recopilada toda la información, se ha procedido a hacer el procesado de datos en gabinete, que ha permitido establecer la disposición de los distintos estratos en profundidad y la determinación de los parámetros geotécnicos representativos de cada material.

Con estos parámetros se ha llevado a cabo un estudio de estabilidad mediante métodos de equilibrio límite tanto de los taludes de excavación como de los taludes de terraplenes.

Además, se hace un análisis de la capacidad portante del terreno para la cimentación de las estructuras proyectadas.

Finalmente se incluye un apartado de resumen y conclusiones.

2. TRABAJOS REALIZADOS

Con objeto de determinar las características del sustrato sobre el que se proyectan las obras, se ha realizado una campaña de prospecciones basada en calicatas mecánicas mediante retroexcavadora mixta, con toma de muestras, ensayos de penetración dinámica de tipo DPSH y una completa batería de ensayos de laboratorio.

Adicionalmente se ha procedido a realizar una inspección del área por un Geólogo especialista en Geotecnia con más de 10 años de experiencia. Durante esta inspección, se ha podido realizar un inventario de taludes de desmonte sobre los mismos materiales sobre los que se va a actuar con objeto de verificar las condiciones de estabilidad in situ.

2.1. INVENTARIO DE TALUDES

Durante la visita de campo, se ha procedido a realizar un inventario de los taludes existente en el entorno más próximo al trazado en estudio con objeto de determinar las características de los mismos y su grado de estabilidad, así como determinar las medidas de refuerzo/sostenimiento habituales en la zona.

En total se han inventariado 6 taludes con alturas e inclinaciones diversas, que dan una idea del comportamiento de los materiales excavados a largo plazo. El análisis del inventario se realiza en el apartado 5. A continuación se muestra la tabla resumen con los taludes inventariados. Al final del documento se presentan, en el apéndice correspondiente, las fichas del inventario.

Tabla 1. Inventario de taludes de desmonte

INVENTARIO DE TALUDES								
NOMBRE	COORDENADAS (Datum ETRS89)		INCLIN.	ALTURA (m)	LONG. (m)	ESTABILIDAD	INESTABILIDADES ACTIVAS	MEDIDAS DE REFUERZO/ SOSTENIMIENTO
	X	Y						
T1	304 780	4 819 053	3H/2V	10-12	200	Media	Alteración superficial	Muro de escollera colocada en un tramo de 50m
T2	304 794	4 819 039	1H/1V	10-12	120	Buena	Ninguna	Muro de escollera colocada en un tramo de 45m
T3	304 865	4 819 082	1H/1V	2-3	165	Media		Muro de escollera colocada en dos tramos de 15 y 35m.
T4	306 123	4 819 178	3H/2V	8-10	150	Media -mala	Alteración superficial y rotura circular	Muro de escollera colocada en un tramo de 35m
T5	303 644	4 817 451	1H/1V a 2H/3V	6-8	95	Mala	Alteración superficial y rotura circular	Ninguno
T6	303 142	4 816 043	1H/1V	2	250	Buena	Ninguna	Muro de escollera colocada en varios tramos.

2.2. CALICATAS

Las 7 calicatas se han realizado según las recomendaciones de la norma de referencia y de acuerdo a las buenas prácticas habituales. Para ello se ha utilizado una retroexcavadora mixta de potencia suficiente para excavar suelos y roca meteorizada de hasta grado IV-III.

Con las calicatas se obtiene un conocimiento directo de los materiales presentes en la zona y permite la toma de muestras para realizar ensayos de laboratorio.

Las calicatas han sido inspeccionadas y descritas por un geólogo especialista en Geotecnia que ha anotado la descripción de los materiales, dificultades de excavación, presencia de agua, estabilidad de los taludes de corte, etc. y ha recogido las muestras necesarias.

La tabla siguiente muestra los datos básicos de las calicatas ejecutadas.

Tabla 2. Calicatas

CALICATAS					
Nombre	Coordenadas	(Datum WGS84)	Profundidad alcanzada	Nivel freático	Muestras
	X	Y	(m)	(m)	
C2	303421	4816527	-2,80	No se detecta	M1: 1,00 - 2,00
C3	303520	4816833	-2,70	No se detecta	M1: 1,00 - 2,00
C4	303571	817047	-3,20	No se detecta	M1: 0,50 - 1,00 M2: 2,00 - 3,00
C5	303524	4817021	-3,10	No se detecta	M1: 1,50 - 2,50
C6	303514	4817067	-2,90	No se detecta	M1: 1,20 - 2,50
C7	303707	4817321	-2,85	No se detecta	M1: 1,50 - 2,50
C8	303879	4817631	-2,90	No se detecta	M1: 1,50 - 2,50

2.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Estos ensayos se han realizado de acuerdo a la Norma UNE 103801/94 y servirán para determinar la resistencia (compacidad o consistencia) de los suelos identificados en las calicatas, especialmente en las zonas donde se prevén las cimentaciones. Además estos ensayos permitirán estimar los valores de la carga admisible del terreno a partir de la resistencia dinámica.

El ensayo consiste en clavar en el terreno una puntaza normalizada mediante el golpeo con una masa en caída libre. La varilla sobre la que se aloja la puntaza presenta un diámetro menor al de la puntaza con objeto de evitar en lo posible el rozamiento de la misma contra el terreno. La resistencia del terreno a la penetración se expresa mediante el número de golpes necesarios para hincar el sistema 20 cm y que se denomina N20.

Cabe destacar que se ha procedido a la toma de dos muestras inalteradas de suelos, ejecutadas con la ayuda de la máquina de penetración y mediante toma muestras de pared gruesa en la que se aloja un tubo de PVC. La muestra se obtiene mediante la hincada del tubo de toma muestras y queda alojada en el tubo interior de PVC que una vez obtenido, se procede a sellar ambos extremos para preservar la humedad. De este modo es posible realizar ensayos con la humedad y densidad natural del terreno in situ. Los datos básicos de los ensayos realizados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Ensayos de Penetración Dinámica

ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH					
Nombre	Coordenadas (Datum WGS84)		Profundidad alcanzada (m)	Observaciones	Muestras Inalteradas
	X	Y			
P2	303570.13	4817060.47	-15,00	No se alcanza rechazo	
P3	303628.78	4817157.12	-15,00	No se alcanza rechazo	MI-1: 0.60 – 1.20
P4	303632.49	4817196.99	-12,30		MI-2: 0.60 – 1.20

2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras obtenidas, se ha realizado una completa batería de ensayos de laboratorio consistente en:

Tabla 4. Ensayos de laboratorio

ANÁLISIS GRANULOETRICO POR TAMIZADO	10
DETERMINACION DE LO LIMITES DE ATTERBERG	10
HUMEDAD	2
DENSIDAD SECA	2
DENSIDAD APARENTE	2
ENSAYO DE CORTE DIRECTO	2
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE	2
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	2
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	3
CONTENIDO EN YESO	1
ACIDEZ BAUMANN-GULLY	2
AGRESIVIDAD DEL SUELO AL HORMIGON SEGÚN EHE	2

Las tablas siguientes muestran los resultados de todos los ensayos de laboratorio realizados, a partir de los cuales, se ha llevado a cabo la caracterización geotécnica de los materiales de cada unidad identificada y que se presenta en el apartado 4.

Tabla 5. Resultados ensayos de laboratorio.

DATOS MUESTRA				U.G.	USCS	GRANULOMETRÍA								PLASTICIDAD				ESTADO NATURAL			
Ref.	Sondeo	zi (m)	zf (m)			120	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08	LL (%)	LP (%)	IP (%)	w (%)	γ_d (g/cm ³)	γ (g/cm ³)	e ₀
323	C3	1,00	2,00	T	CL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,00	92,00	84,00	76,80	33,7	22,9	10,8				
324	C5	1,50	2,50	T	CL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	96,00	90,00	85,10	41,8	22,4	19,4				
325	C4 M2	2,00	3,00	T	MH	100,00	100,00	99,00	95,00	93,00	92,00	89,00	86,00	83,60	53,2	29,5	23,7				
327	C2 M1	1,00	2,00	T	GC	100,00	73,00	63,00	62,00	58,00	57,00	56,00	53,00	48,20	30,3	18,5	11,8				
328	C7	1,50	2,50	T	CL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	95,00	90,80	41,2	25,3	15,9				
331	C8	1,50	2,50	T	GC	100,00	37,00	33,00	29,00	21,00	17,00	17,00	16,00	14,30	31,2	18,2	13				
334	P4 MI2	0,60	1,20	T	CL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	97,00	85,00	73,80	39	21,5	17,5	20,8	1,729	2,09	0,493
336	P3 MI1	0,60	1,20	T	CL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	94,00	87,00	84,60	39,8	21,8	18	15,2	1,68	1,93	0,549

Tabla 6. Resultados ensayos de laboratorio. Cont.

DATOS MUESTRA				U.G.	CORTE DIRECTO, CD		RCS	CONTENIDOS QUÍMICOS			AGRESIVIDAD EHE		
Ref.	Sondeo	zi (m)	zf (m)		Cohesión (KPa)	Fricción (°)	KPa	SALES SOL. (%)	SULFATOS (%)	YESOS	Acided B-G	SULFATOS (mg/Kg)	Agresividad
324	C5	1,50	2,50	T				0,25	0,00				
325	C4 M2	2,00	3,00	T					0,020	0,040			
334	P4 MI2	0,60	1,20	T	5,00	18,40	152,0						
336	P3 MI1	0,60	1,20	T	61,00	11,70	172,0				12,00	329,000	No agresivo

3. ENCUADRE GEOLOGICO

El área de estudio se sitúa al norte de la localidad de Villaviciosa. Desde el punto de vista estratigráfico-estructural, la zona se sitúa en el dominio Mesozoico Terciario, dentro de la cuenca mesoterciaria de Asturias, y concretamente en la denominada cuenca de Gijón – Villaviciosa.

El trazado previsto se desarrolla en la estrecha franja que queda limitada por la Ría de Villaviciosa y los relieves Jurásicos situados al este, sobre materiales Triásicos que afloran al pie de éstos.

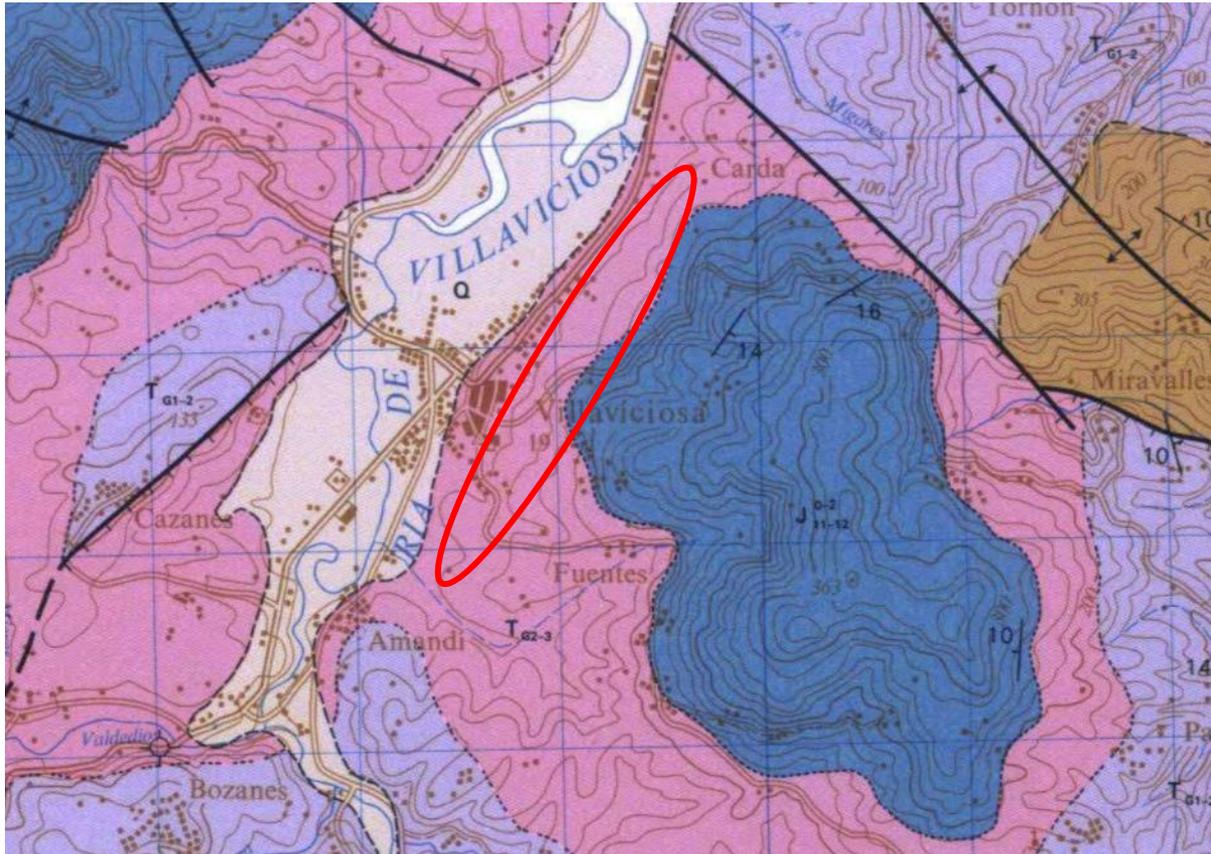


Figura 1.- Mapa Geológico 1:50.000. Serie Magna. Hoja 30. Villaviciosa

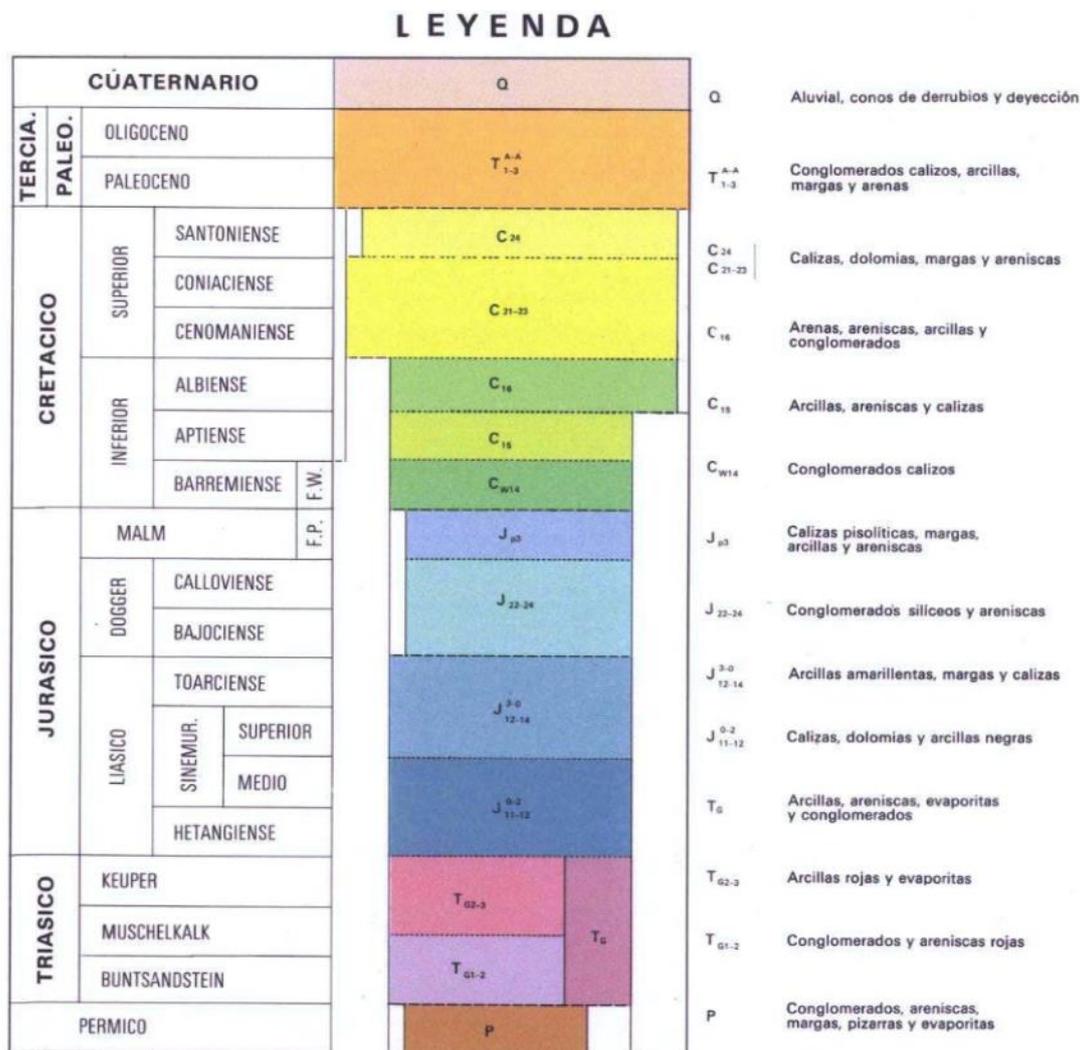


Figura 2.- Leyenda Mapa Geológico 1:50.000. Serie Magna. Hoja 30 Villaviciosa

Desde el punto de vista estratigráfico podemos encontrar las siguientes unidades:

3.1. TRIÁSICO. FACIES KEUPER

Sobre materiales de edad Pérmico, que no afloran en la zona de estudio, descansa una potente serie de rojiza detrítico-arcillosa que constituyen el Terciario.

Este terciario se puede dividir en tres sub-unidades que de muro a techo, se describen como un primer tramo con predominio de facies arenosas y conglomeráticas, un tramo intermedio constituido por un conglomerado calizo con tránsito lateral a calizas rosáceas y el tramo superior de arcillas rojas con yesos y jacintos de Compostela. La práctica totalidad del trazado del cauce se sitúa sobre este último nivel arcilloso con evaporitas.

La imagen siguiente muestra el aspecto de estos materiales en afloramiento



Foto 1.- Aspecto de las lutitas alteradas de edad Triásico.

Se trata de lutitas y/o arcillas muy duras, muy preconsolidadas, abigarradas, donde predominan los tonos rojizos y verdosos. Aunque se ha descrito, y es habitual la presencia de evaporitas en esta unidad, no se han observado en ninguno de los afloramientos estudiados ni en las calicatas realizadas.

3.2. JURÁSICO. CALIZAS Y DOLOMIÁS

Sobre los niveles arcillosos del Keuper, se sitúa un potente paquete calcáreo compuesto por calizas y dolomías de color gris. En la zona de estudio, se ha identificado un tramo basal compuesto por un conglomerado dolomítico muy cementado, de aspecto brechoso y con presencia de carniolas, que da paso a una potente serie de calizas y dolomías tableadas.

Estos materiales, aunque presentes en la zona de estudio, no afectaran a las obras proyectadas ya que el trazado del cuace se sitúa íntegramente en la unidad infrayacente del Triásico.



Foto 2.- Brechas calcáreas de la base de la serie jurásica en el entorno del P.K. 1+050.



Foto 3.- Serie calcárea jurásica al Este del trazado del cauce proyectado

3.3. RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS

Se trata de suelos de recubrimiento recientes asociados a la dinámica de laderas (suelos coluviales), a la dinámica fluvial (suelos aluviales) y/o mixtos. En general son mezclas de grava arena y arcilla en proporciones variables. Cuando se trata de materiales coluviales, es habitual la presencia de suelos gruesos con matriz arenosa, poco evolucionados, con clastos centimétricos a decimétricos bastante angulosos en una matriz arenosa, generalmente se encuentran matriz-soportados.



Foto 4.- Aspecto de los depósitos coluviales identificados en el entorno del P.K. 1+000

3.4. RELLENOS ANTRÓPICOS

El área de estudio al ser eminentemente urbana o periurbana, se caracteriza por presentar numerosas infraestructuras urbanas compuestas por rellenos estructurales así como rellenos incontrolados.



Foto 5.- Rellenos de escombros en camino. Al norte del P.K. aproximado 1+500

4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se presenta en este apartado la caracterización geotécnica de las distintas unidades identificadas y que tendrán influencia directas en el trazado del cauce proyectado:

- Unidad T. Arcillas rojas
- Unidad Qal. Suelos aluviales
- Unidad R. Rellenos antrópicos

4.1. UNIDAD T. ARCILLAS ROJAS. TRIÁSICO.

Estos materiales se han identificado en la práctica totalidad del trazado.

Las denominadas arcillas rojas, son unas lutitas abigarradas donde predominan los tonos rojizos y vinosos, intercalados con tramos de color gris verdoso. En general se trata de arcillas duras a medias de baja plasticidad.

4.1.1. IDENTIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL.

Para la identificación de estos suelos y su clasificación, se cuenta con un total de 8 ensayos de granulometría por tamizado que arrojan el huso granulométrico que se muestra a continuación.

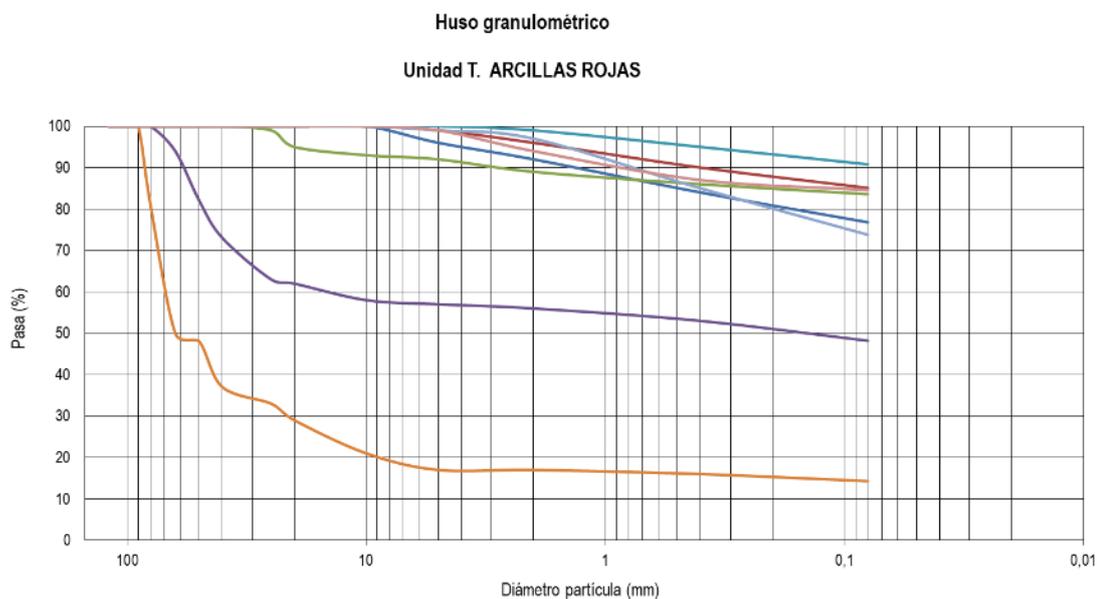


Figura 3.- Huso granulométrico Unidad T. Arcillas rojas

La mayor parte de las muestras identificadas son suelos arcillosos o limosos, en la que la fracción fina (<0,08mm) supone más del 50%. En general, esta fracción fina supone más del 80%. Se han identificado 3 muestras en las que la granulometría muestra que se trata de gravas. Esto es probablemente debido a que el sustrato está compuesto por lutitas, que en superficie se presentan alteradas a arcillas. Cuando en superficie afloran las lutitas más sanas, el producto de su excavación

es el asimilable a una grava, pero en general, se considera que se trata de materiales eminentemente cohesivos de granulometría fina.

Para determinar la plasticidad, se han realizado 8 ensayos de determinación de los límites de Atterberg, en los que se ha registrado plasticidad baja en 7 de 8 muestras, habiendo registrado un límite líquido superior a 50 en una sola muestra, por lo que se puede asumir que estos materiales son de baja plasticidad.

Figura siguiente muestra al carta de plasticidad de Casagrande

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

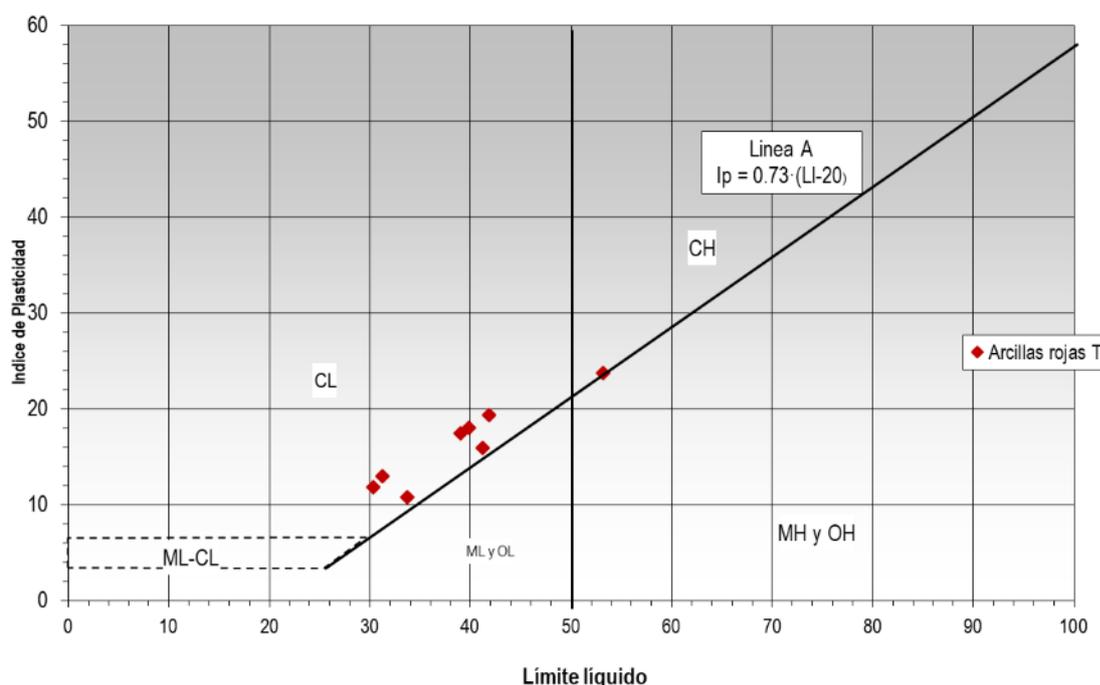


Figura 4.- Carta de plasticidad de Casagrande. Unidad T. Arcillas rojas

Con los datos antes expuestos, es posible realizar la clasificación de las muestras de suelos obtenidas en base a la Clasificación Unificada. De acuerdo a esta clasificación, 5 muestras se clasifican como CL, una como MH y dos muestras como GC.

Para determinar el estado natural, se cuenta con los resultados de dos determinación de la humedad natural y dos de densidad. Así, la humedad de estos suelos en su estado natural varía entre el 20% y 15% con densidades secas entre $17,3\text{KN/m}^3$ y $16,8\text{KN/m}^3$, lo que supone densidades aparentes de $20,1$ y $19,3 \text{ KN/m}^3$

4.1.2. CONTENIDOS QUÍMICOS Y AGRESIVIDAD.

Es conocido que las facies triásicas del Keuper suelen presentarse asociadas a evaporitas. Es por ello que para determinar la presencia de sales o sulfatos sobre las muestras obtenidas en estos suelos, se han realizado dos ensayos de contenido en sulfatos, un ensayo de contenido en yeso y un ensayo de contenido en sales solubles. Los resultados presentan valores prácticamente despreciables en todos los casos. Así mismo se ha analizado la agresividad de estos suelos al hormigón según la EHE y se concluye que son suelos no agresivos para las estructuras de hormigón en contacto con ellos.

4.1.3. RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD.

Para determinar las características resistentes de estos suelos, se cuenta con los resultados de 3 ensayos de penetración dinámica continua de tipo DPSH.

Tal y como se muestra en el gráfico siguiente, los valores de golpeo se sitúan en un promedio de $N_{20}=5$. Recurriendo a las correlaciones habituales, este golpeo equivale a un valor para el ensayo de penetración estándar de $N_{SPT}=8$ golpes. Estos valores lo que a priori indicarían un suelo de consistencia media a firme.

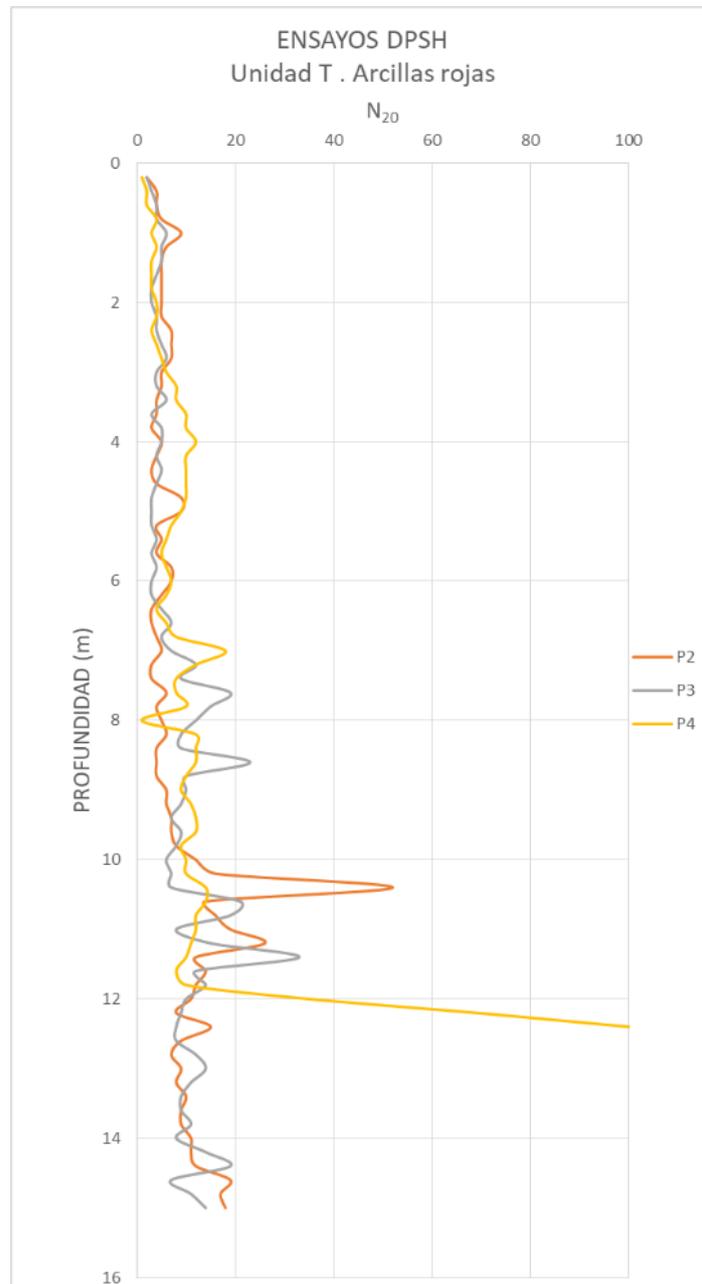


Figura 5.- Diagrama de golpeo de los ensayos DPSH realizados en la Unidad T. Arcillas rojas

Adicionalmente se cuenta con los resultado de dos ensayos de resistencia a compresión simple, que han arrojado valores de 152KPa y 172 KPa respectivamente, lo que confirmaría que se trata de suelos de consistencia firme .A partir de estos valores se puede deducir una resistencia al corte sin drenaje promedio $S_u=80\text{KPa}$

Para determinar los parámetros resistentes que definen la recta de resistencia intrínseca de Mohr-Coulomb, se cuenta con dos ensayos de corte directo de tipo CD. Los valores obtenidos se muestran en grafico siguiente.

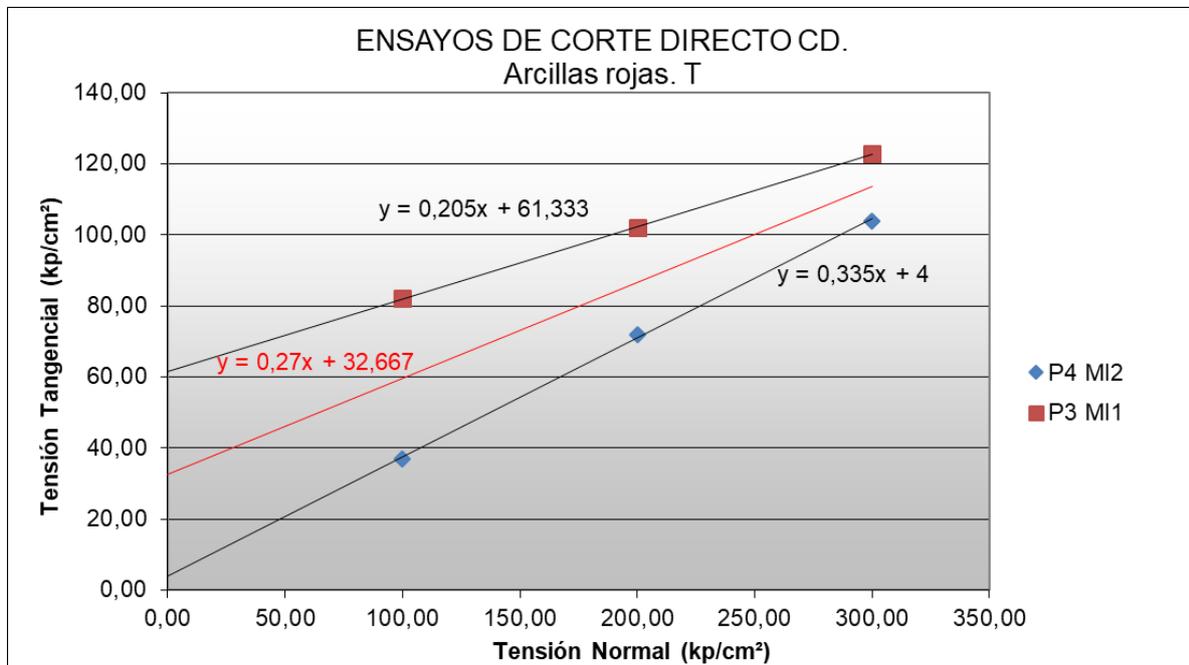


Figura 6.- Ensayos de corte directo en Unidad T Arcillas rojas

Haciendo un promedio de los datos de los dos ensayos, se puede establecer un valor de cohesión efectiva de $c'=30\text{KPa}$ y un ángulo de rozamiento interno efectivo de $\phi'=15^\circ$. Estos valores, se consideran conservadores de acuerdo a los estudios previos en la zona, pero dado que se encuentran del lado de la seguridad, se adoptan como valores representativos para efectuar los cálculos de estabilidad que se muestran en el apartado 5.

Respecto del módulo de deformación E, dado que no se dispone de ensayos específicos, se puede recurrir a las correlaciones de uso común a partir de los ensayos de penetración. Así, según Clayton, 1995, se puede asumir un valor conservador para el módulo de deformación de $E=5600\text{KPa}$.

4.1.4. EXCAVABILIDAD Y REUTILIZACIÓN

Respecto de la excavabilidad de estos materiales, se estima que serán excavables utilizando medios mecánicos convencionales.

De cara a su posible reutilización, se clasifican estos materiales de acuerdo al Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes, en adelante PG3.

En base a este documento, los materiales que componen la unidad de arcillas rojas triásicas se asimilan a suelos tolerables dadas sus características granulométricas y de contenidos químicos. El Pliego de

referencia, además establece una limitación en cuanto a colapso e hinchamiento. Dado que no se dispone de ensayos específicos, se recurre a valoraciones empíricas como la de Gibbs, en la que se establece el potencial de colapso en función de la densidad seca. Así, de acuerdo a la gráfica siguiente, estos suelos presentan un potencial bajo de sufrir colapso.

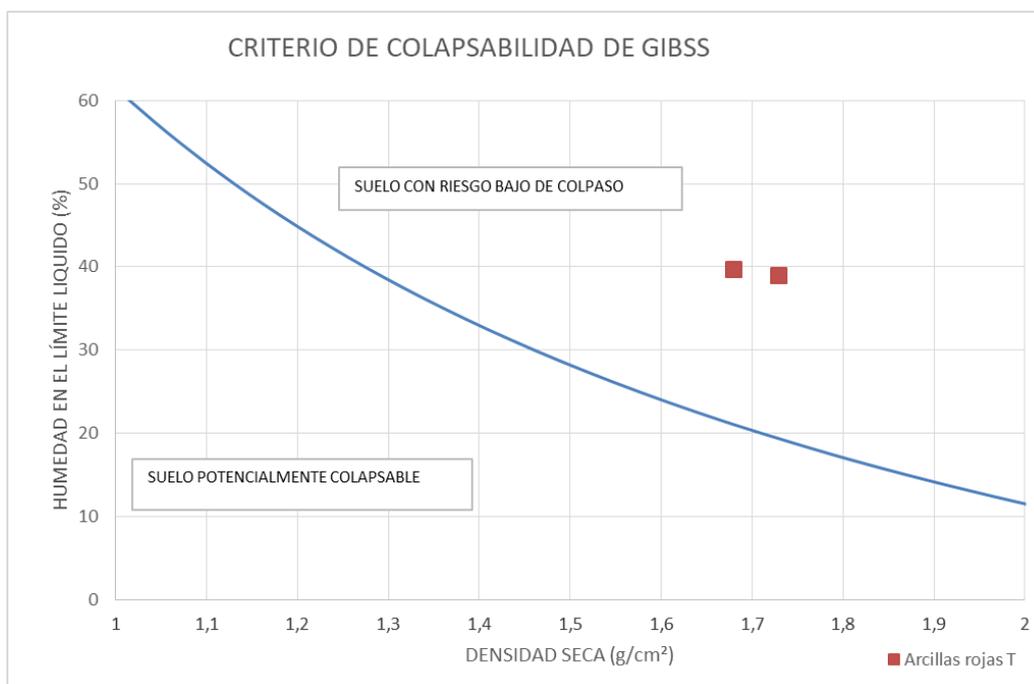


Figura 7.- Criterio de colapsabilidad de Gibbs. Unidad T. Arcillas rojas

Además, dado que los límites de Atterberg muestran que en la mayor parte de los caso la plasticidad es baja, no es previsible fenómenos de expansividad que puedan dar lugar a hinchamientos.

En estas circunstancias, es posible clasificar estos suelos como TOLERABLES, y podrían por tanto ser susceptibles de reutilización en la conformación de terraplenes en cimiento y núcleo. No obstante se recomienda verificar estas conclusiones en fase de obra dado que es conocido que estos materiales triásicos presentan en ocasiones abundantes contenidos en evaporitas (sales y yesos) que harían inviable su reutilización en las condiciones que establece el PG3. Dadas las incertidumbres y la escasa calidad de estos suelos, se recomienda no reutilizarlos en la conformación de terraplenes.

4.1.5. IDENTIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL.

Sobre las muestras obtenidas, se han realizado dos ensayos de granulometría por tamizado.

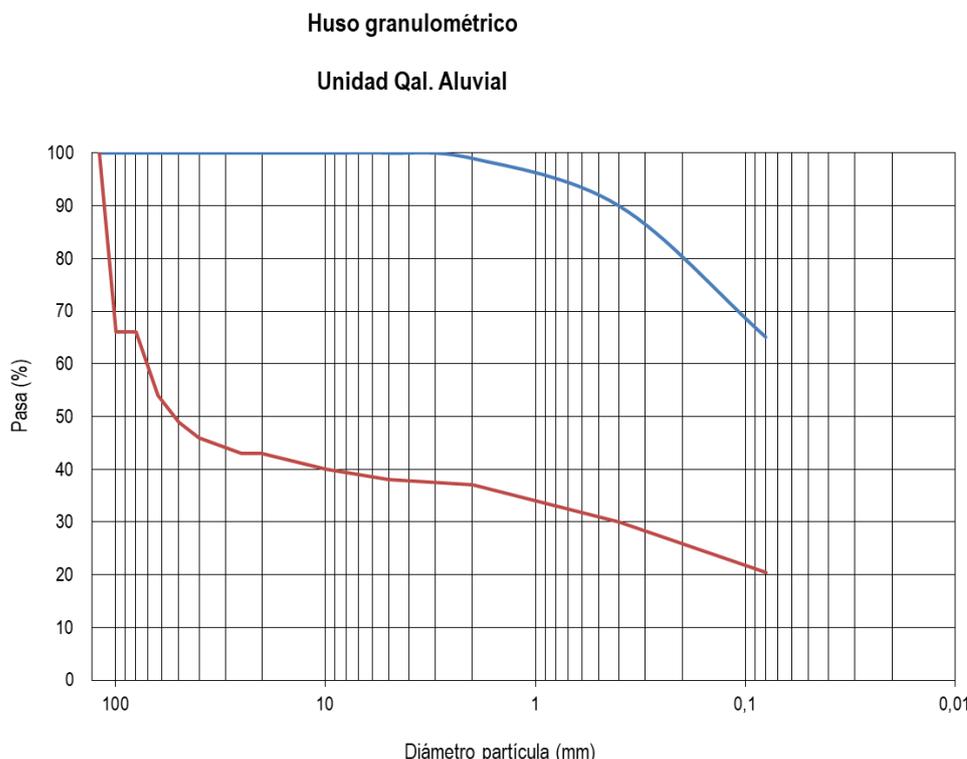


Figura 8.- huso granulométrico unidad Qal. Gravas y arcillas arenosas aluviales

Como se puede observar, la granulometría de ambas muestras refleja la naturaleza arcillosa o gravosa de ambos niveles identificados.

Fracción fina, presenta unos valores de plasticidad bajos, habiéndose registrado una humedad en el límite líquido de del orden del 30% con un índice de plasticidad promedio de 8.

4.1.6. CONTENIDOS QUÍMICOS Y AGRESIVIDAD.

Para determinar el grado de agresividad de estos suelos a las estructuras de hormigón, se ha procedido a realizar en análisis en base a lo establecido por la EHE. Tanto la acidez como el contenido en sulfatos obtenido muestran que el suelo no presenta agresividad.

4.1.7. RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD.

Para determinar la resistencia de estos suelos, se cuenta con un ensayo de penetración dinámica continua de tipo DPSH, que ha arrojado valores de golpeo bajos a muy bajos. El gráfico siguiente muestra la digrafía de golpeo obtenido.

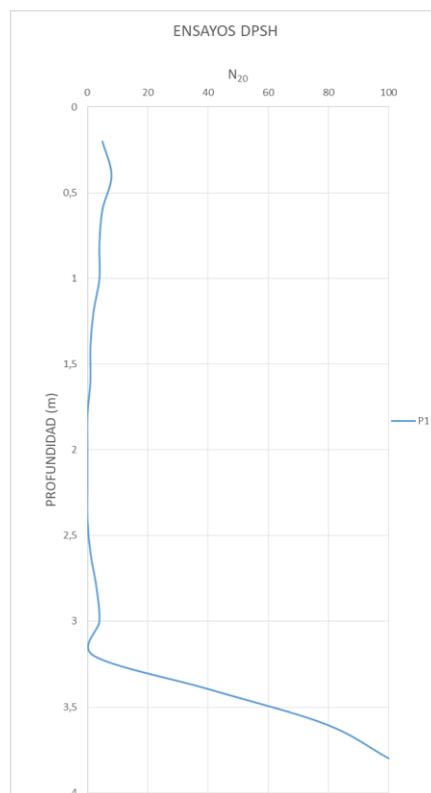


Figura 9.- Diagrama de golpeo del ensayo DPSH en unidad Qal. Gravas y arcillas arenosas aluviales

Como se puede observar, los golpes son muy bajos o incluso nulos, lo que se traduce en una muy baja capacidad portante y elevada deformabilidad.

4.1.8. EXCAVABILIDAD Y REUTILIZACIÓN

Los materiales que componen esta unidad serán excavables con medios mecánicos convencionales.

De cara a su posible reutilización, estos suelos se consideran Tolerables, por lo que a priori podrían ser susceptibles de ser reutilizados en la conformación de rellenos de terraplén. No obstante dada su heterogeneidad y bajo volumen a obtener, se desaconseja su uso en terraplenes.

4.2. UNIDAD R. RELLENOS ANTRÓPICOS

Dentro de esta unidad se han incluido los rellenos antrópicos tanto de vertido como las obras de tierra existentes.

Aunque han podido observarse en la zona de estudio, no se han investigado, ya que su influencia en el proyecto es muy reducida y no podrán servir de apoyo a las estructuras proyectadas.

En cualquier caso, si estos materiales llegaran a afectar a cualquiera de las estructuras proyectadas o los desmontes previstos, se deberán sanear completamente y deberán ser retirados a vertedero.

5. ESTUDIO DE TALUDES

5.1. ANÁLISIS DE TALUDES EXISTENTES

Durante la visita de campo, se ha procedido a realizar una inspección de los taludes existentes en el entorno del área de estudio. Durante dicha inspección, se ha podido observar el comportamiento real a largo plazo de los taludes de desmonte en materiales idénticos a los que se prevé excavar para la ejecución del cauce. A continuación se resumen las observaciones realizadas.

Se han inventariado taludes con alturas comprendidas entre los 2 y los 12 metros, y con inclinaciones que variaban entre los 3H/2V y los 2H/3V.

En todos los casos se han identificado problemas de inestabilidades, o medidas de sostenimiento / refuerzo. En general los taludes menor altura se presentan con una inclinación 1H/1V, aunque incluso en esos casos, se ha observado la presencia de estructuras de refuerzo.

En los taludes de altura superior a 5 metros e inclinaciones 3H/2V, también se han identificado medidas de sostenimiento/refuerzo, que si bien no son generalizadas, se han identificado en la práctica totalidad de taludes observados.

En taludes donde la inclinación es 1H/1V o mayor, con alturas mayores a 5 metros y no presentan protección de ningún tipo, la inestabilidad es generalizada, aunque en general de tipo superficial.

Se puede concluir por tanto, tal y como ya se ha avanzado en epígrafes anteriores, que los materiales a excavar de la unidad T, arcillas rojas, son muy evolutivos y se alternan con facilidad, favoreciendo los deslizamientos de la capa más superficial. Se han observado también deslizamientos de tipo rotacional, aunque éstos en menor medida.

Es por ello, que de cara al diseño de los desmontes, se recomienda limitar la altura de los taludes a 6 metros e inclinaciones no mayores del 3H/2V.

Además, en base a las observaciones realizadas, se establece la necesidad de una protección del frente de los taludes mediante una capa de suelo de recubrimiento, geomalla, estaquillas vivas y plantaciones que favorezcan mantener la capa más superficial, aunque esta se vea alterada por los cambios de humedad.

No es descartable tampoco, a la vista de las observaciones realizadas, la necesidad de que se tenga que estabilizar algún tramo de concreto de talud con peores características. Para ello se recomienda elevar la escollera de protección del cauce en el frente del talud hasta una cota mínima, tal y como se refleja en el cálculo de estabilidad. Cabe destacar que la protección de los taludes con escollera colocada es la solución habitual en la zona y prácticamente todos los taludes observados presentaban esta solución como medida de protección o refuerzo. Ésta solución, además de integrarse perfectamente en el paisaje, permite el drenaje de las aguas sub-superficiales o freáticas que pudieran

estar presentes, protegen frente a la erosión y estabilizan el talud y la durabilidad a largo plazo está garantizada. Por tanto se considera como la solución óptima.

5.2. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

En este apartado se presentan los cálculos de estabilidad de taludes tanto de desmonte como de relleno llevados a cabo. Para ello, se han modelizado 3 hipótesis de cálculo que se consideran representativas de las situaciones más desfavorables. Estas hipótesis se resumen a continuación:

- Talud de altura superior a 6 metros, con inclinación 3H/2V en situación definitiva
- Talud de excavación temporal sin sostenimiento con inclinación 1H/1V de 10 metros de altura.
- Talud de terraplén a media ladera, de altura igual a 5 metros, con inclinación 1H/1V.

La metodología seguida en el estudio de estabilidad de taludes realizado es la basa en los métodos de Equilibrio Límite, concretamente en el denominado método de las rebanadas. Dicho método consiste en dividir la masa deslizada en rebanadas y aplicar a cada rebanada las ecuaciones de equilibrio. En este caso, dado que el número de ecuaciones es menor al número de incógnitas, es preciso hacer algunas hipótesis adicionales. Los distintos metros de uso común (Bishop, Jambu, etc) se diferencian en las hipótesis asumidas. En general, se establece que las diferencias entre los distintos métodos no son significativas y los resultados obtenidos con estos métodos están ampliamente contrastados en la práctica habitual.

Para realizar los cálculos, se ha recurrido al software comercial SLIDE 2018 versión 8.021 de Rocscience.

A continuación se muestran las salidas graficas de los cálculos realizados y el factor de seguridad (mínimo) obtenido.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

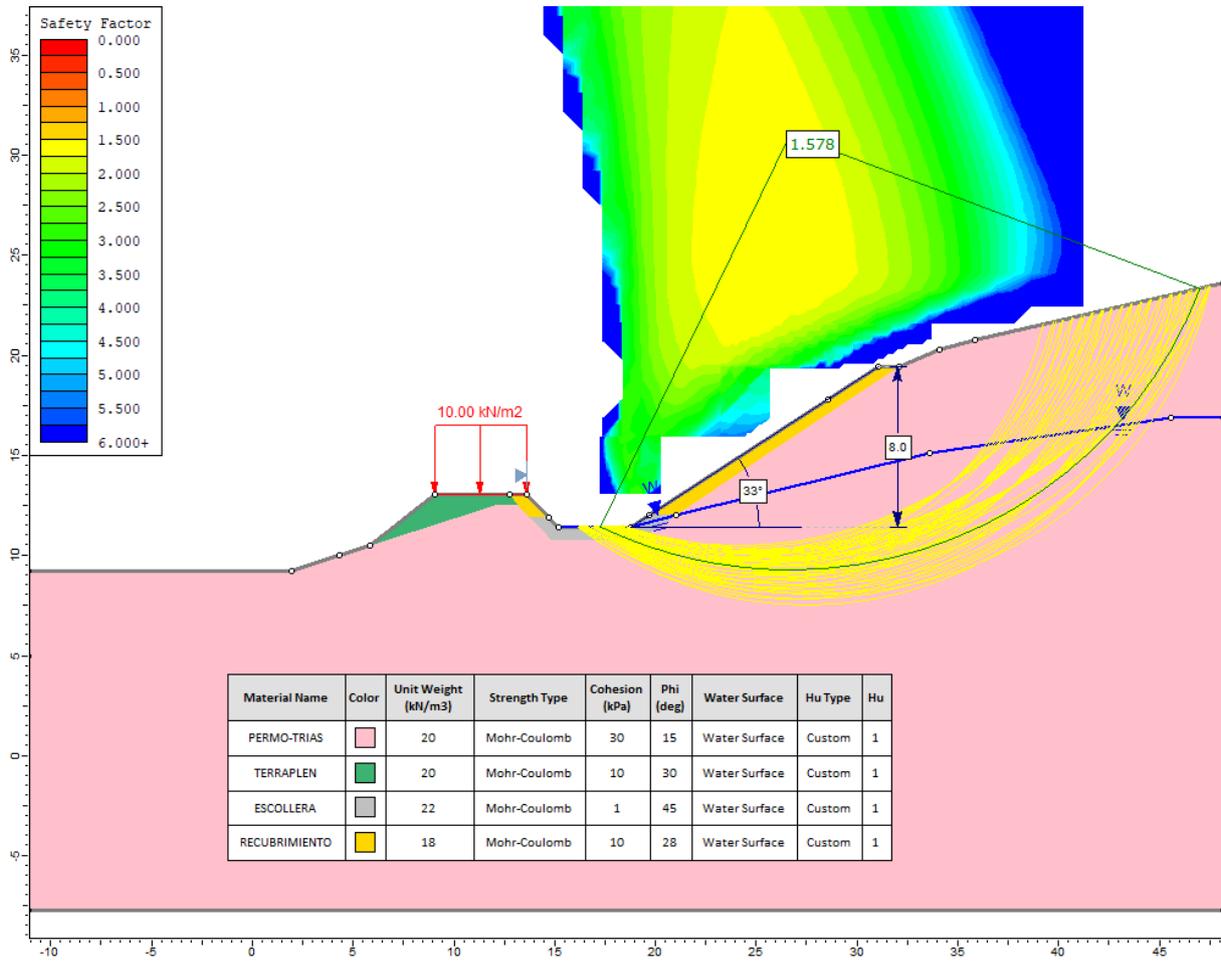


Figura 10. Calculo de estabilidad en situación definitiva. Cauce en desmante. P.K.0+840.

Talud 3H/2V. H=8,0m. FdS=1.57

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

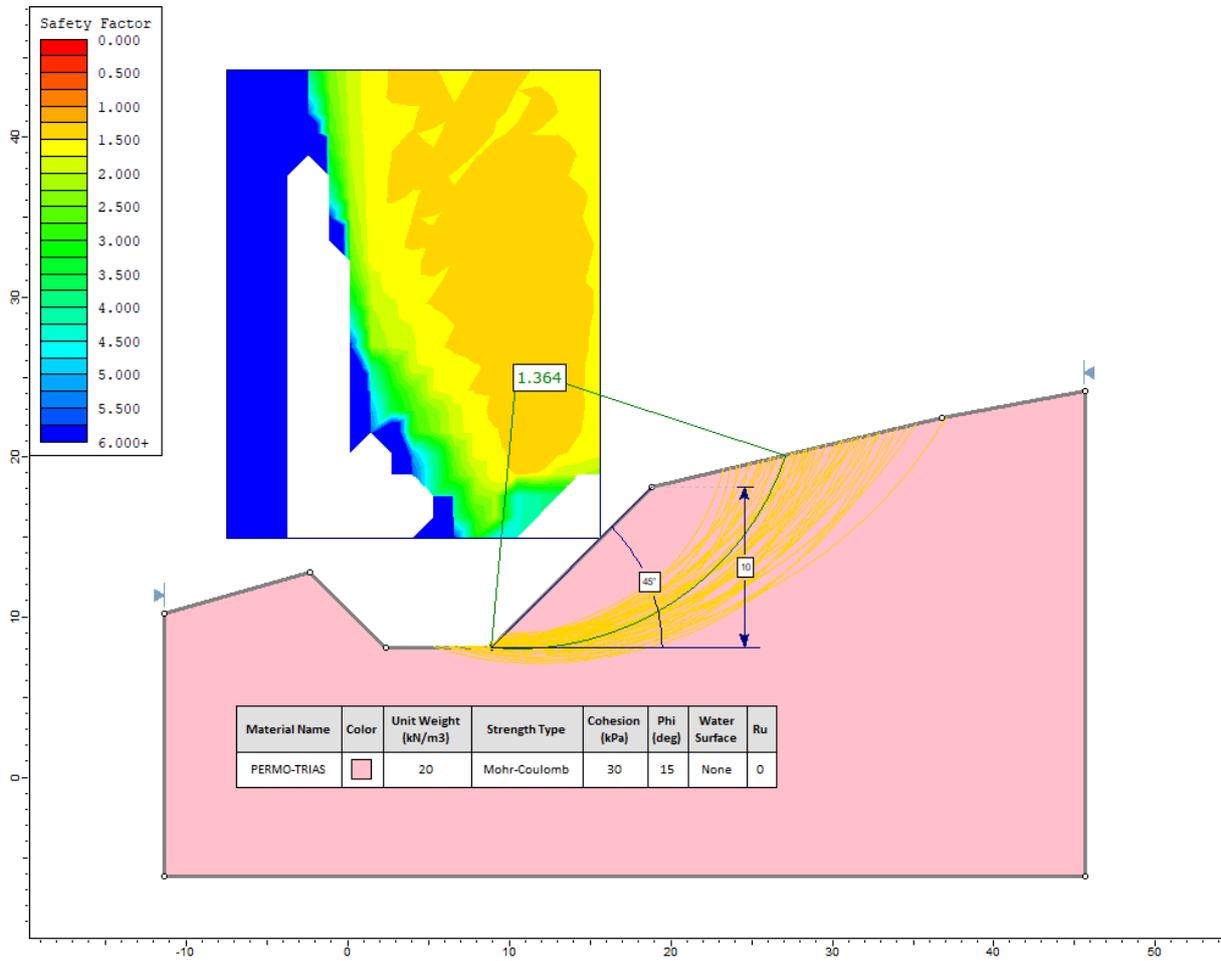


Figura 11.- Talud temporal. 1H/1V, H=10m. FdS=1.36

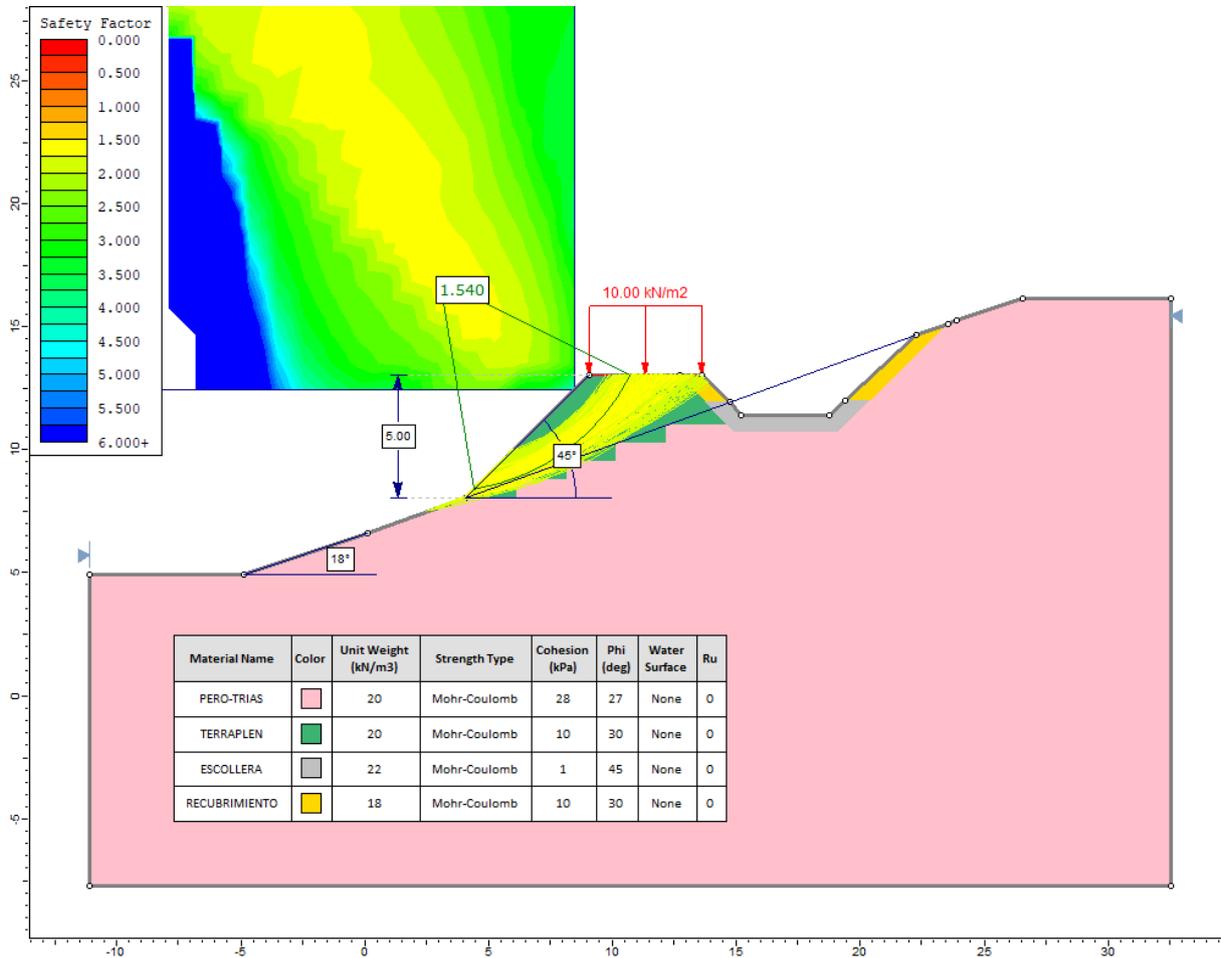


Figura 12.- Terraplén a media ladera. Talud 3H/2V. H=5m. FdS=1.54

Tal y como muestran la figuras anteriores, las tres hipótesis consideradas muestran factores de seguridad por encima de los considerados habitualmente como aceptables (1,5 en situación permanente y 1,2 en situación temporal).

No se han considerado acciones sísmicas ya que como se verá más adelante, la zona de estudio no está sujeta a esta consideración.

6. ESTUDIO PARTICULARIZADO DE LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se estudia en este apartado la capacidad portante del terreno de cara determinar la tensión máxima admisible para la cual deben ser dimensionadas las cimentaciones previstas.

6.1. CAUCE RECEPTOR. TRAMO ENTERRADO

Se trata de un marco de dimensiones 2,0 m. x 2,0 m que se diseña para el paso de la canalización bajo la carretera existente. La cota inferior del marco se situará a una profundidad variable, que a efectos de cálculo se ha estimado con un promedio de 3,0m.

La cimentación está apoyada en la unidad de arcillas rojas y prácticamente el 100% de los materiales a excavar serán en esos materiales, salvo el firme existente en zonas donde el trazado intercepte la carretera actual.

Dada la proximidad de otras infraestructuras y edificaciones, se prevé excavar algunos tramos al abrigo de una entibación. En zonas donde no sea preciso proteger la excavación, se podrá realizar ésta con taludes temporales 1H/1V. No obstante, ante cualquier signo de inestabilidad, se deberán tender los taludes de excavación hasta una inclinación estable.

La figura siguiente muestra de forma esquemática el perfil geotécnico del terreno y los parámetros del terreno a considerar en cálculos

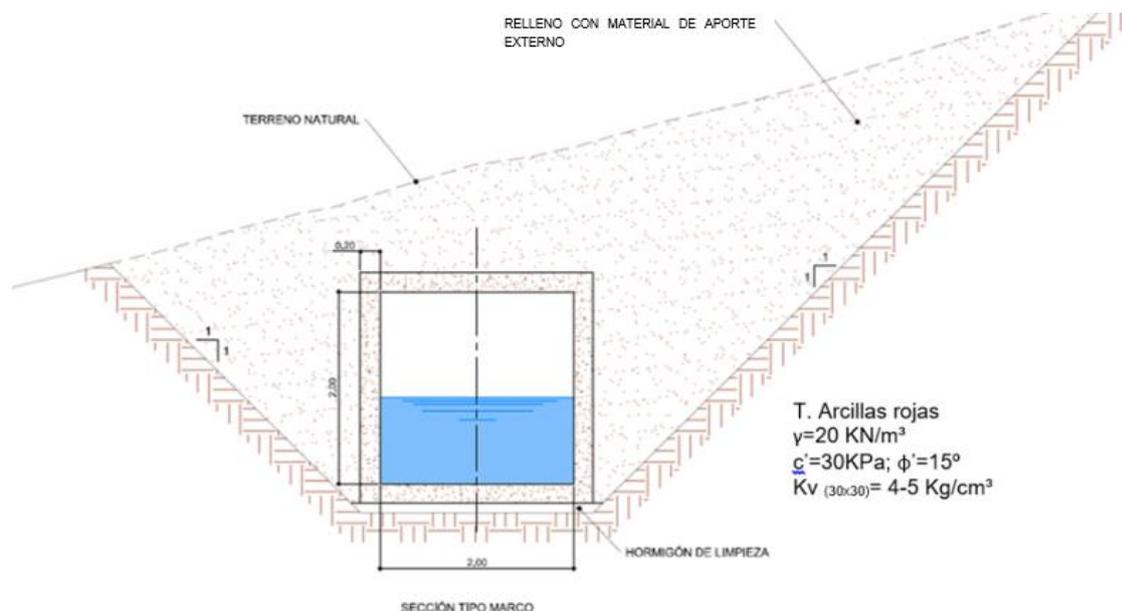


Figura 13.- Sección tipo y características geotécnicas. Cajón interceptor

Dada la configuración prevista, el incremento neto de carga a cota de cimentación va a ser nulo, por tanto la estructura no va a transmitir ninguna carga adicional al terreno y los asientos serán nulos (tampoco tendría sentido por tanto hablar de módulo de balasto vertical, ya que éste representa la relación entre la carga aplicada y el asiento generado por ésta).

No obstante, a efectos de dimensionamiento de la estructura, se podrá considerar una $q_{adm}=150\text{KPa}$ y un módulo de balasto vertical de $K_{v(30 \times 30)} = 4\text{-}5\text{Kg/cm}^3$

No se ha identificado nivel freático.

6.2. MARCO DE ALIVIO ARROYO CUARTEL

Se trata de un marco de alivio de dimensiones 1,75 m x 1,00 m. Se cimentará previsiblemente sobre terreno natural, y quedará embebido dentro del relleno que conformará el terraplén que configura el camino peatonal paralelo al cauce.

En estas circunstancias ha de tenerse presente que el marco deberá quedar apoyado en terreno natural competente en toda su extensión. La cota de cimentación a efectos de cálculo considerada es 0. En esta configuración, la tensión máxima admisible para la que se debe dimensionar esta estructura será $q_{adm}=120\text{KPa}$ y un módulo de balasto vertical de $K_{v(30 \times 30)} = 4\text{-}5\text{Kg/cm}^3$

No se ha identificado nivel freático.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

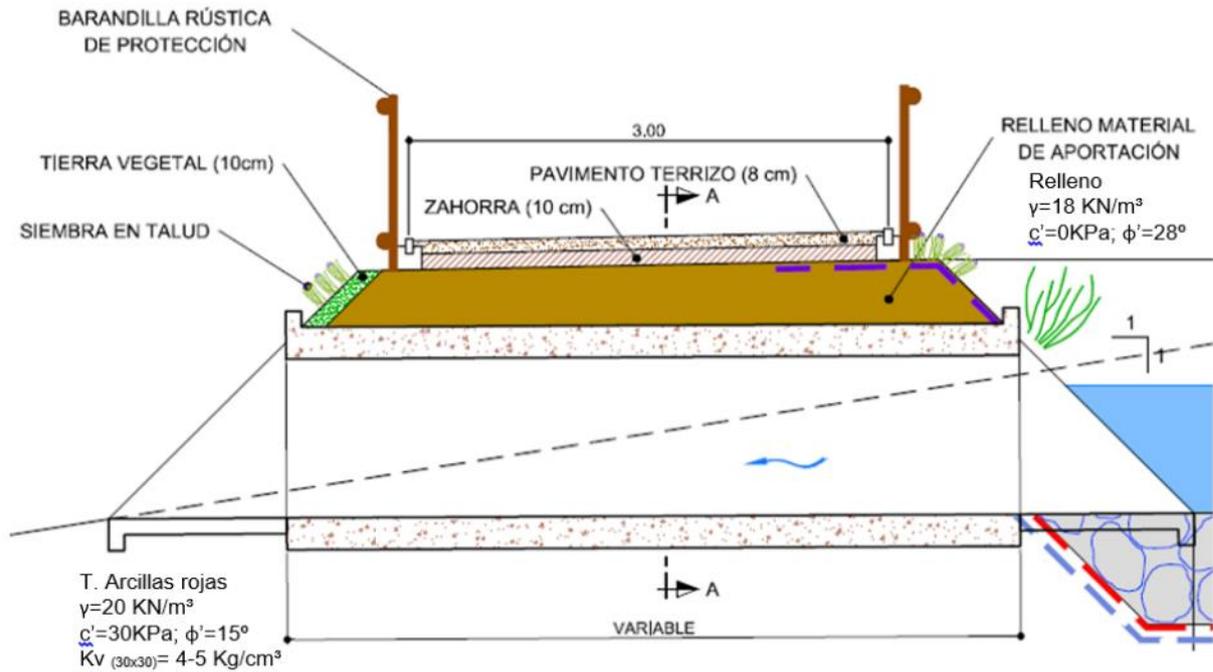


Figura 14.- Sección tipo y características geotécnicas. Marco de alivio

7. EFECTOS SÍSMICOS

La consideración del efecto de las acciones sísmicas queda reflejada en la Norma de Construcción Sismorresistente, Parte General y Edificación (NCSE-02) aprobada según Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre de 2002.

La citada Norma específica es de aplicación al Proyecto de construcción de edificaciones de nueva planta según capítulo 1.2.1, siempre y cuando la aceleración sísmica básica a_b sea superior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, en obras catalogadas como de importancia normal o especial según el capítulo 1.2.2, dentro de los cuales se considera la descrita para este estudio.

La aceleración sísmica de cálculo se define como el producto:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

donde:

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción, que toma como valor 1,0 para obras de normal importancia y de 1,3 para construcciones de importancia especial.

S: Coeficiente de amplificación del terreno que,

- Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$ toma el valor de 1,0.

$$S = \frac{C}{1,25}$$

- Para $0,1g \leq \rho \cdot a_b < 0,4g$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

- Para $0,4g \leq \rho \cdot a_b$

$$S=1$$

Siendo C Coeficiente de contribución del terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación, según:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s.

Tipo de terreno	Coefficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

En el caso que nos ocupa, la aceleración sísmica básica definida para la localidad de Villaviciosa es ≤ 0.04 , por lo que se concluye que no será necesario la consideración del efecto de las acciones sísmicas en los cálculos.

A continuación se adjunta el mapa de peligrosidad sísmica.

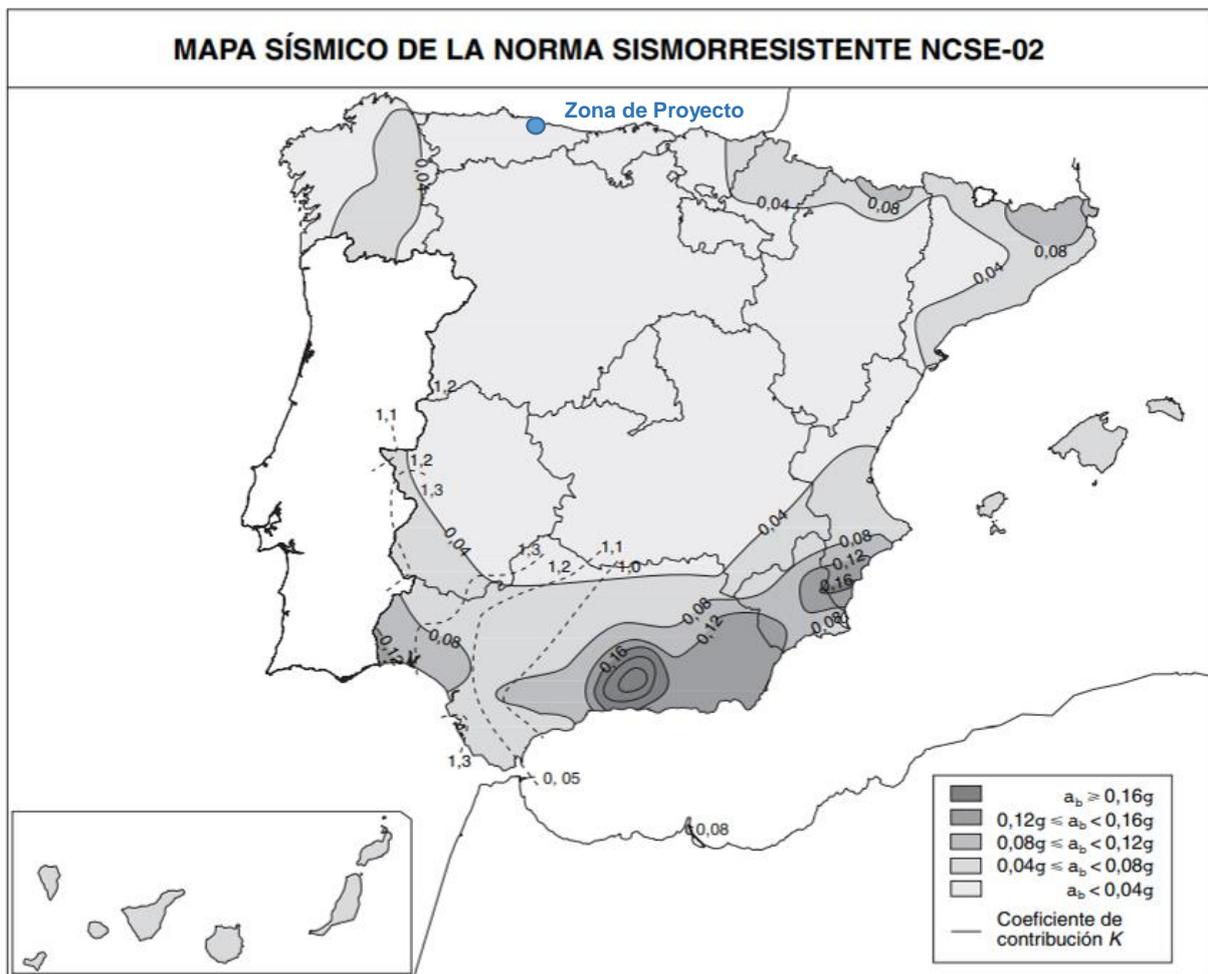


Figura 15.- Mapa de Peligrosidad Sísmica según la NCSE-02

8. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO

8.1. RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE DESMONTES

Los desmontes proyectados son en general de escasa altura y podrán ser excavados con medios mecánicos convencionales. Cabe destacar que los materiales sobre los que se excavarán están compuestos por arcillas de la Facies Keuper. Éstos materiales son bien conocidos por presentar problemas geotécnicos tales como inestabilidad de taludes de desmonte y presencia de sales y yesos. Se trata además de materiales muy evolutivos que se alteran fácilmente en la superficie expuesta de la excavación y generan continuos arrastres de materiales e inestabilidades de superficiales de tipo “piel”.

Los taludes proyectados se han previsto con una inclinación 3H/2V y los cálculos realizados muestran factores de seguridad suficientes para las hipótesis consideradas. No obstante, no es descartable la presencia de zonas de peor calidad geotécnica y que puedan llegar a presentar problemas de inestabilidad o excesiva erosión de los frentes expuestos.

Se recomienda por tanto con carácter general, proteger los frentes de los taludes de desmonte con un material de recubrimiento guijoso-terroso, geomalla adosada con barras de acero corrugado y plantación de especies autóctonas, estaquillas vivas con entramado de ramas de sauce y plantaciones de especies autóctonas en toda la superficie del talud por encima del perímetro mojado y de acuerdo a los detalles presentado en Planos.

La zona del cauce que quedará sumergida, se protegerá mediante escollera colocada no sellada con $D_{50}=30$ y espesor no menor a 60 cm según los valores obtenidos en el Anejo 8.- Cálculo de escollera.

En caso de que durante las obras de desmonte se detecte la presencia de zonas inestables con la inclinación prevista en diseño, se recomienda prolongar la escollera de protección por encima de la zona inestable, tal y como se muestra en la foto siguiente, tomada en las inmediaciones de la zona de proyecto, a escasos 2.000 m del final de trazado del cauce receptor (Autovía A-8, P.K. 351.50, margen izquierdo).



Foto 6.- Talud en materiales de la unidad T con inclinación y altura aproximadas 3H/2V y H=6-8m, que presenta problemas de estabilidad. Se ha estabilizado con escollera colocada. Al fondo se observa una nueva inestabilidad superficial en la zona no protegida / estabilizada.

8.2. RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE RELLENOS

Las tareas previas a la construcción de un terraplén dependerán de la superficie sobre la que esté apoyado y, en función del material por el que esté formado, requerirá de ciertas labores de preparación.

En todas las superficies de asiento de los rellenos hay que suprimir la vegetación, rellenos antrópicos no compactados y cualquier material que se juzgue pueda influir desfavorablemente en el comportamiento del terraplén. Así mismo, es aconsejable eliminar la capa de tierra vegetal, que en función de la prospección disponible tiene un espesor de unos 0,30–0,50 metros, y proceder a su correcto almacenamiento mediante acopios para su posterior reutilización.

Tanto la eventual eliminación de tierra vegetal, como, si es necesario, la escarificación e inclusive recompactación del terreno, deben hacerse en función del terreno de asiento, la altura de terraplén y la posible influencia en las condiciones de estabilidad de la futura obra y sus asientos totales.

Se deberá proceder a la sustitución de zonas formadas por suelos blandos, coluviales, aluviales y substratos muy alterados.

En las obras sobre laderas pueden originarse problemas en función del desequilibrio introducido por la nueva distribución de masas.

Estos efectos deben valorarse y donde sea preciso deberán realizarse las medidas correctoras adecuadas.

Como regla general, si la pendiente de la superficie sobrepasa un cierto límite, el equilibrio de la tongada inferior del terreno será precario y su compactación muy dificultosa; en este caso es recomendable proceder a un escalonamiento de la ladera de forma que el nivel inferior del terreno apoye sobre banquetas horizontales, a ser posible dispuestas en horizontes suficientemente firmes.

Este abancalamiento del terreno deberá realizarse paralelamente a las curvas de nivel con anchuras de 3 a 5 m y altura aproximada de 0,5 m o igual al espesor de la tongada, de forma que pueda realizarse una compactación fácil con maquinaria común en obra y el movimiento de tierras sea el mínimo posible. Empíricamente se adopta como pendiente límite del terreno natural para una compactación correcta la 5H/1V ($\approx 11,3^\circ$).

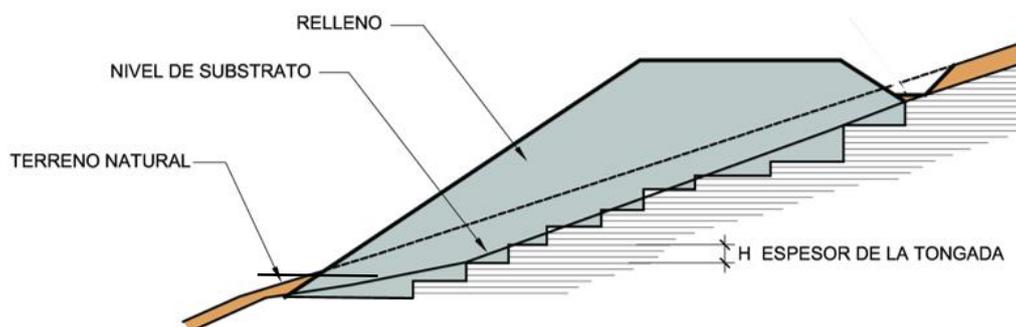


Figura 16.- Preparación de la superficie de apoyo para terraplenes a media ladera

Para la construcción de los terraplenes, se desaconseja la utilización de los materiales procedentes de la excavación de desmontes, dado que por sus características, no es posible asegurar un buen comportamiento geotécnico a largo plazo. Se recomienda el uso de materiales granulares de calidad "Adecuado" según PG3. Respecto de las condiciones de puesta en obra, se recomienda seguir las especificaciones del artículo 330 del PG3.

9. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente documento tiene por objeto establecer las condiciones geológico geotécnicas del área de estudio y está basado en los datos obtenidos durante una campaña de reconocimiento llevada cabo mediante calicatas con toma de muestra, ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, ensayos de laboratorio y la inspección de tarea de estudio por un Geólogo especialista en geotecnia con amplia experiencia en trabajos similares. Adema se ha realizado un inventario de taludes en el entorno con objeto de determinar el comportamiento de los taludes de desmonte a largo plazo.

Durante las labores de reconocimiento, se han identificado 3 unidades geotécnicas principales: unidad T, arcillas rojas, **Unidad Qal, suelos aluviales** y Unidad R, rellenos antrópicos.

En base a los datos obtenidos tanto en laboratorio como en ensayos in situ se ha procedido a determinar los parámetros geotécnicos representativos de cada una de ellas y que se resumen a continuación

Tabla 7. Tabla resumen de parámetros geotécnicos

UG	USCS	Humedad (%)	Densidad seca (KN/m ³)	Cohesión c' (KPa)	Ángulo de rozamiento ϕ' (°)	RCS (KPa)	Resistencia al corte sin drenaje Su (KPa)	Módulo de deformación E(KPa)	PG3
UG-T. Arcillas rojas	CL	18	17	30	15	160	80	5600	Tolerable
UG-Qal. Suelos aluviales	CL- GC	-	16-20	0 - 5	16-33	-	-	4500	Tolerable

A partir de la parametrización de los materiales presentes en el área de estudio se ha procedido a realizar los cálculos de estabilidad de taludes tanto para desmontes como para rellenos mediante Métodos de Equilibrio Límite. Los factores de seguridad obtenidos, son superiores a los habitualmente establecidos en proyectos de estas características. Para los taludes de desmonte se establecen inclinaciones 3H/2V mientras que los terraplenes se ejecutaran con inclinaciones 1H/1V.

Adicionalmente, se ha procedido a realizar una caracterización de la capacidad portante del sustrato de apoyo en cada una de las estructuras proyectas. En general todas las cimentaciones serán directas y se podrán dimensionar para una tensión máxima admisible $q_{adm} \geq 120 \text{KPa}$.

Los aspectos sísmicos se han analizado en base a la normativa de referencia y no es preciso tenerlo en cuenta ya que la zona de proyecto presenta una aceleración sísmica básica inferior a 0,04g.

Por último se dan algunas recomendaciones para el diseño tales como la necesidad de proteger la superficie de los taludes de desmonte o la preparación de la superficie de apoyo de los terraplenes.

Fdo. David Almazán Cruzado
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director Ingeniería del Terreno
Colegiado nº 23.921

Carlos Jiménez Gómez
MSc. Ingeniería Geotécnica
Lcdo. en Geología
Colegiado ICOG nº 6.256

APÉNDICE 1. PLANO DE SITUACION DE PROSPECCIONES



FECHA DE CREACIÓN: 03/03/2021
 FECHA DE TRAZADO: 09/03/2021



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO, O.A.

EL DIRECTOR DE LOS TRABAJOS:
 Fdo. D. JORGE A. RODRIGUEZ GONZALEZ

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
 Fdo. D. TOMÁS RODRIGUEZ GARCÍA

EMPRESA CONSULTORA:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
 DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

ESCALA:
 1:5000
 0 100 200m
 Gráfico
 LINEA A1 ORIGINALS

TÍTULO DEL PLANO:
 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 PLANO DE SITUACIÓN DE PROSPECCIONES

FECHA:
 MARZO 2021
 PLANO N°
 A. 4
 HOJA 1 DE 1

CALICATA
 PENETRO

APÉNDICE 2. REGISTRO DE CALICATAS

CLIENTE: 	TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias		EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL		Supervisor:	Antonio Perez	HUSO	30	CALICATA:	C2
					Empresa:	Terratec	X (UTM)	303421.80	Hoja 1 de 1	
					Maquinista:	P. Buznego	Y (UTM)	4816527.20	Fecha de inicio:	01/07/2019
					Máquina:	CASE	Z(UTM)		Fecha de fin:	01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes	Excavabilidad	Meteorización	MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
									Muestra	INTERVALO	
	0.20	0.20			Tierra vegetal	1	1				Calicata seca y estable.
1					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. En profundidad la alteración disminuye ligeramente. Presenta parches verdosos de reducción radicular. Nivel seco.	1	1				
2											
3	2.80	2.60									
4											
5											
6											

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 	TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias	EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL	Supervisor: Antonio Perez	HUSO: 30	CALICATA: C3
			Empresa: Terratec	X (UTM): 303520.66	Hoja 1 de 1
			Maquinista: P. Buznego	Y (UTM): 4816833.10	Fecha de inicio: 01/07/2019
			Máquina: CASE	Z(UTM):	Fecha de fin: 01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes	Excavabilidad	Meteorización	MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
									Muestra	INTERVALO	
1	0.20	0.20			Tierra vegetal	1	1				Calicata seca y estable.
2					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. Tiene bandas frecuentes gris verdosas de reducción. Cata firme y estable.	1	1		M1 1.00 - 2.00		
3	2.70	2.50									
4											
5											
6											

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 		TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias		EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL		Supervisor: Antonio Perez	HUSO: 30	CALICATA: C4
						Empresa: Terratec	X (UTM): 303571.89	Hoja 1 de 1
						Maquinista: P. Buznego	Y (UTM): 4817047.75	Fecha de inicio: 01/07/2019
						Máquina: CASE	Z(UTM):	Fecha de fin: 01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes	Excavabilidad	Meteorización						MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS	
								I	II	III	IV	V	VI	Muestra	INTERVALO		
	0.20	0.20			Tierra vegetal	1	1										Calicata seca y estable.
1					Coluvión de arenas arcillosas rojizas con cantos angulosos de calizas (calizas mesozoicas de los relieves situados en cota superior). Pendiente aproximada del coluvión 45 °	1	1							M1 0.50 - 1.00			
2	1.20	1.00			Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. Tiene parches ocasionales gris verdosos de reducción y niveles centimétricos de margas verdosas. Cata firme y estable.	1	1										
3																	
4																	
5	3.20	2.00															
6																	

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 	TRABAJO: Caucel Villaviciosa. Asturias	EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL	Supervisor: Antonio Perez	HUSO: 30	CALICATA: C5
			Empresa: Terratec	X (UTM): 303524.33	Hoja 1 de 1
			Maquinista: P. Buznego	Y (UTM): 4817021.41	Fecha de inicio: 01/07/2019
			Máquina: CASE	Z(UTM):	Fecha de fin: 01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes		Meteorización						MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
						Excavabilidad		I	II	III	IV	V	VI	Muestra	INTERVALO	
1	0.20	0.20			Tierra vegetal	1	1									Calicata seca y estable.
2					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso. Tiene bandas frecuentes gris verdosas de reducción. Cata firme y estable.	1	1							MA 1.50 - 2.50		
3	3.10	2.90														
4																
5																
6																

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 	TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias	EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL	Supervisor: Antonio Perez	HUSO: 30	CALICATA: C6
			Empresa: Terratec	X (UTM): 303514.46	Hoja 1 de 1
			Maquinista: P. Buznego	Y (UTM): 4817067.28	Fecha de inicio: 01/07/2019
			Máquina: CASE	Z(UTM):	Fecha de fin: 01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes		Excavabilidad	Meteorización						MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
						1	1		I	II	III	IV	V	VI	Muestra	INTERVALO	
1	0.20	0.20			Tierra vegetal			1									Calicata seca y estable.
2					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. Tiene escasos parches gris verdosos de reducción. Cata firme y estable.	1	1									M1 1.20 - 2.50	
3	2.90	2.70															
4																	
5																	
6																	

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 	TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias	EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL	Supervisor:	Antonio Perez	HUSO	30	CALICATA:	C7
			Empresa:	Terratec	X (UTM)	303707.74	Hoja 1 de 1	
			Maquinista:	P. Buznego	Y (UTM)	4817321.66	Fecha de inicio:	01/07/2019
			Máquina:	CASE	Z(UTM)		Fecha de fin:	01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes	Excavabilidad	Meteorización	MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
									Muestra	INTERVALO	
1	0.20	0.20			Tierra vegetal	1	1				Calicata seca y estable.
2					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. Tiene parches ocasionales gris verdosos de reducción y niveles centimétricos de margas verdosas. Cata firme y estable.	1	1			M1 1.50 - 2.50	
3	2.85	2.65									
4											
5											
6											

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

CLIENTE: 	TRABAJO: Cauce Villaviciosa. Asturias	EMPRESA CONSULTORA: Terratec Geotecnia y Sondeos SL	Supervisor: Antonio Perez	HUSO: 30	CALICATA: C8
			Empresa: Terratec	X (UTM): 303879.74	Hoja 1 de 1
			Maquinista: P. Buznego	Y (UTM): 4817631.90	Fecha de inicio: 01/07/2019
			Máquina: CASE	Z(UTM):	Fecha de fin: 01/07/2019

Profundidad	PROF. INFERIOR	ESPESOR (m)	NIVEL FREÁTICO	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	Estabilidad de los Taludes		Excavabilidad	Meteorización						MUESTRAS / ENSAYOS		COMENTARIOS
						1	2		I	II	III	IV	V	VI	Muestra	INTERVALO	
1	0.20	0.20			Tierra vegetal		1	1									Calicata seca y estable.
2					Arcillas margosas de alteración eluvial del sustrato margoso rojizo. Tiene parches ocasionales gris verdosos de reducción y niveles centimétricos de margas verdosas. Cata firme y estable.	1	1									M1 1.50 - 2.50	
3	2.90	2.70															
4																	
5																	
6																	

Fotografías: Emplazamiento, material, etc.



LEYENDA

EXCAVABILIDAD

- 1 - Fácilmente excavable con retroexcavadora mixta
- 2 - Difícilmente excavable, retroexcavadora potente
- 3 - No excavable, avance con martillo picador
- 4 - No excavable, utilización de explosivos

ESTABILIDAD

- 1 - Paredes estables; 2 - Caída de gravas y bolos;
- 3 - Caída de bloques; 4 - Inestabilidad por descalce
- 5 - Inestabilidad por rotura; 6 - Desplome

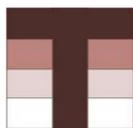
METEORIZACIÓN

- I - Fresco; II - Ligeramente meteorizado;
- III - Moderadamente meteorizado; IV - Altamente meteorizado;
- V - Completamente meteorizado; VI - Suelo residual



MA: Muestra Alterada (Saco)

APÉNDICE 3. REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH



ERRATEC

Geotecnia y Sondeos, S.L.

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

CLIENTE	EPTISA
---------	--------

FECHA	01/07/2019
-------	------------

Situación	Villaviciosa
-----------	--------------

Penetrómetro nº	P1
-----------------	----

606 41 66 58 - 607 74 11 73

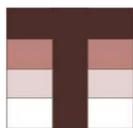
0.20	5	7.20	14.20
0.40	8	7.40	14.40
0.60	5	7.60	14.60
0.80	4	7.80	14.80
1.00	4	8.00	15.00
1.20	2	8.20	15.20
1.40	1	8.40	15.40
1.60	1	8.60	15.60
1.80	0	8.80	15.80
2.00	0	9.00	16.00
2.20	0	9.20	16.20
2.40	0	9.40	16.40
2.60	1	9.60	16.60
2.80	3	9.80	16.80
3.00	4	10.00	17.00
3.20	2	10.20	17.20
3.40	41	10.40	17.40
3.60	79	10.60	17.60
3.80	100R	10.80	17.80
4.00	3,63M	11.00	18.00
4.20		11.20	18.20
4.40		11.40	18.40
4.60		11.60	18.60
4.80		11.80	18.80
5.00		12.00	19.00
5.20		12.20	19.20
5.40		12.40	19.40
5.60		12.60	19.60
5.80		12.80	19.80
6.00		13.00	20.00
6.20		13.20	20.20
6.40		13.40	20.40
6.60		13.60	20.60
6.80		13.80	20.80
7.00		14.00	21.00

Peso maza = 63.5 Kg
 Altura caída= 75 cm
 Peso acces.= 8 Kg
 Peso Varilla= 6.16 Kg/ml
 S. Puntaza= 20 cm2

Terratec Geotécnia y Sondeos SL
 CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez
 Geólogo colegiado nº 2309



ERRATEC

Geotecnia y Sondeos, S.L.

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

CLIENTE	EPTISA
---------	--------

FECHA	01/07/2019
-------	------------

Situación	Villaviciosa
-----------	--------------

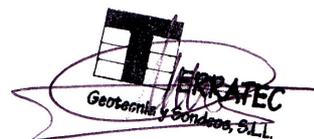
Penetrómetro nº	P2
-----------------	----

606 41 66 58 - 607 74 11 73

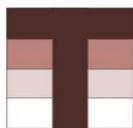
0.20	2	7.20	3	14.20	11
0.40	4	7.40	3	14.40	12
0.60	4	7.60	6	14.60	19
0.80	5	7.80	4	14.80	17
1.00	9	8.00	5	15.00	18
1.20	6	8.20	6	15.20	
1.40	5	8.40	4	15.40	
1.60	5	8.60	4	15.60	
1.80	5	8.80	4	15.80	
2.00	5	9.00	6	16.00	
2.20	5	9.20	6	16.20	
2.40	7	9.40	7	16.40	
2.60	7	9.60	7	16.60	
2.80	7	9.80	8	16.80	
3.00	5	10.00	12	17.00	
3.20	5	10.20	16	17.20	
3.40	4	10.40	52	17.40	
3.60	4	10.60	14	17.60	
3.80	3	10.80	16	17.80	
4.00	5	11.00	19	18.00	
4.20	4	11.20	26	18.20	
4.40	3	11.40	12	18.40	
4.60	4	11.60	14	18.60	
4.80	9	11.80	12	18.80	
5.00	9	12.00	11	19.00	
5.20	4	12.20	8	19.20	
5.40	5	12.40	15	19.40	
5.60	4	12.60	9	19.60	
5.80	7	12.80	7	19.80	
6.00	7	13.00	9	20.00	
6.20	5	13.20	8	20.20	
6.40	3	13.40	10	20.40	
6.60	3	13.60	9	20.60	
6.80	4	13.80	9	20.80	
7.00	5	14.00	11	21.00	

Peso maza = 63.5 Kg
Altura caída = 75 cm
Peso acces. = 8 Kg
Peso Varilla = 6.16 Kg/ml
S. Puntaza = 20 cm²

Terratec Geotecnia y Sondeos SL
CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez
Geólogo colegiado nº 2309



ERRATEC

Geotecnia y Sondeos, S.L.

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

CLIENTE	EPTISA
---------	--------

FECHA	01/07/2019
-------	------------

Situación	Villaviciosa
-----------	--------------

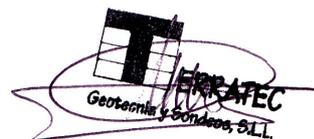
Penetrómetro nº	P3
-----------------	----

606 41 66 58 - 607 74 11 73

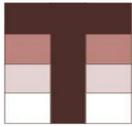
0.20	2	7.20	12	14.20	14
0.40	3	7.40	9	14.40	19
0.60	4	7.60	19	14.60	7
0.80	4	7.80	15	14.80	11
1.00	6	8.00	12	15.00	14
1.20	5	8.20	9	15.20	
1.40	5	8.40	9	15.40	
1.60	4	8.60	23	15.60	
1.80	3	8.80	10	15.80	
2.00	3	9.00	10	16.00	
2.20	4	9.20	9	16.20	
2.40	4	9.40	7	16.40	
2.60	5	9.60	9	16.60	
2.80	6	9.80	8	16.80	
3.00	4	10.00	6	17.00	
3.20	4	10.20	7	17.20	
3.40	6	10.40	7	17.40	
3.60	3	10.60	21	17.60	
3.80	5	10.80	19	17.80	
4.00	5	11.00	8	18.00	
4.20	4	11.20	15	18.20	
4.40	5	11.40	33	18.40	
4.60	4	11.60	12	18.60	
4.80	3	11.80	14	18.80	
5.00	3	12.00	10	19.00	
5.20	3	12.20	9	19.20	
5.40	4	12.40	8	19.40	
5.60	3	12.60	8	19.60	
5.80	4	12.80	12	19.80	
6.00	3	13.00	14	20.00	
6.20	3	13.20	11	20.20	
6.40	5	13.40	9	20.40	
6.60	7	13.60	9	20.60	
6.80	5	13.80	11	20.80	
7.00	7	14.00	8	21.00	

Peso maza = 63.5 Kg
Altura caída = 75 cm
Peso acces. = 8 Kg
Peso Varilla = 6.16 Kg/ml
S. Puntaza = 20 cm²

Terratec Geotecnia y Sondeos SL
CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez
Geólogo colegiado nº 2309



ERRATEC

Geotecnia y Sondeos, S.L.

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

CLIENTE	EPTISA
---------	--------

FECHA	01/07/2019
-------	------------

Situación	Villaviciosa
-----------	--------------

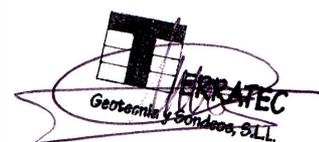
Penetrómetro nº	P4
-----------------	----

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0.20	1	7.20	12	14.20	
0.40	2	7.40	8	14.40	
0.60	2	7.60	8	14.60	
0.80	4	7.80	10	14.80	
1.00	3	8.00	11	15.00	
1.20	4	8.20	12	15.20	
1.40	3	8.40	12	15.40	
1.60	3	8.60	12	15.60	
1.80	3	8.80	10	15.80	
2.00	4	9.00	9	16.00	
2.20	4	9.20	11	16.20	
2.40	3	9.40	12	16.40	
2.60	4	9.60	12	16.60	
2.80	5	9.80	9	16.80	
3.00	6	10.00	10	17.00	
3.20	8	10.20	10	17.20	
3.40	8	10.40	14	17.40	
3.60	10	10.60	14	17.60	
3.80	10	10.80	12	17.80	
4.00	12	11.00	12	18.00	
4.20	10	11.20	11	18.20	
4.40	10	11.40	10	18.40	
4.60	10	11.60	8	18.60	
4.80	10	11.80	10	18.80	
5.00	9	12.00	35	19.00	
5.20	7	12.20	69	19.20	
5.40	6	12.40	100R	19.40	
5.60	5	12.60	12,30M	19.60	
5.80	6	12.80		19.80	
6.00	7	13.00		20.00	
6.20	6	13.20		20.20	
6.40	4	13.40		20.40	
6.60	6	13.60		20.60	
6.80	8	13.80		20.80	
7.00	18	14.00		21.00	

Peso maza = 63.5 Kg
 Altura caída= 75 cm
 Peso acces.= 8 Kg
 Peso Varilla= 6.16 Kg/ml
 S. Puntaza= 20 cm2

Terratec Geotecnia y Sondeos SL
 CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez
 Geólogo colegiado nº 2309

APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9197	323	52760	S .2019/1344	15/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C-3

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

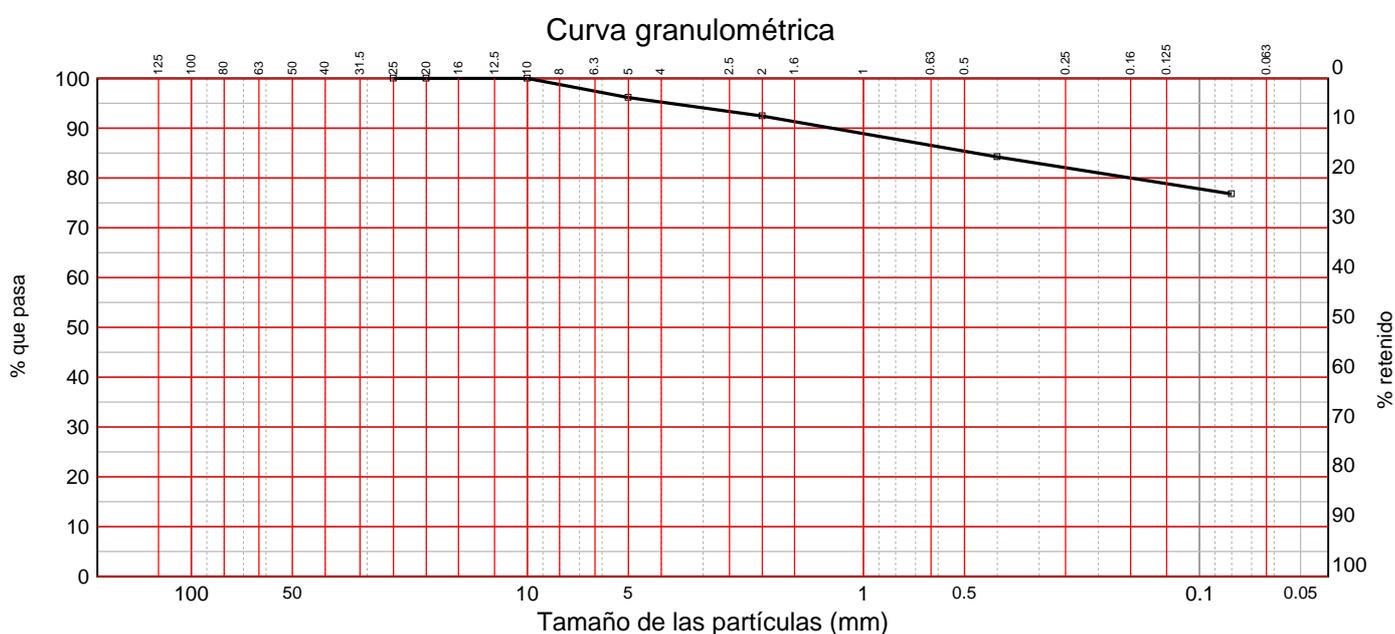
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9197	323	52760	S .2019/1344	15/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	96	92	84	76,8



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	33,7
Límite plástico	22,9
Índice de plasticidad	10,8

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9198	324	52766	S .2019/1348	15/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C-5

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación del Contenido de Sales Solubles de una muestra de suelos,
s/. NLT 114/99
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE
103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

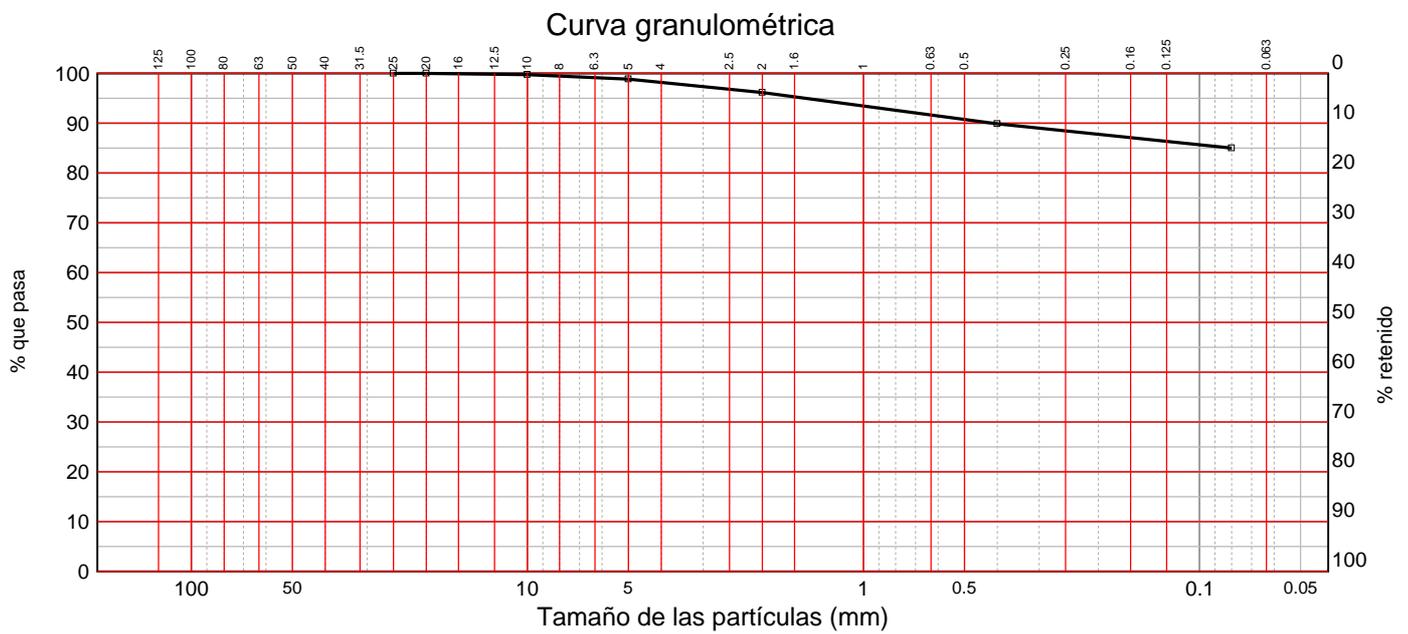
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9198	324	52766	S .2019/1348	15/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	99	96	90	85,1



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	41,8
Límite plástico	22,4
Índice de plasticidad	19,4

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES SEGÚN NLT - 114/99	
Sales solubles (%)	0,25

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103,201:1996	
Contenido en SO ₃ (%)	0,00

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9199	325	52767	S .2019/1349	15/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C-4 M2 (Inferior)

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE
103,201:1996.
Determinación del Contenido de Yesos de una muestra de suelos, s/NLT
115/99

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

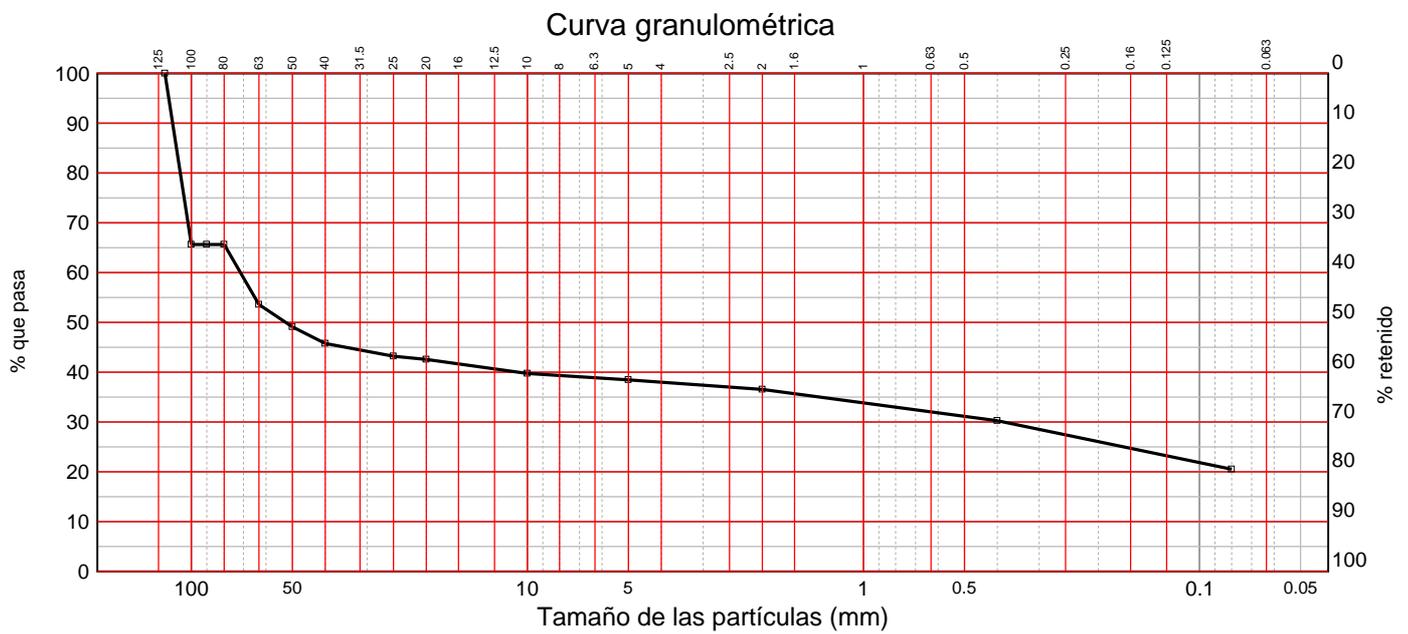
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9200	326	52697	S .2019/1335	15/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95														
Tamiz (mm)	120	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	66	66	66	54	49	46	43	43	40	38	37	30	20,5



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	29,0
Límite plástico	20,9
Índice de plasticidad	8,1

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9201	327	52698	S .2019/1336	15/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C2 M1

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 04/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

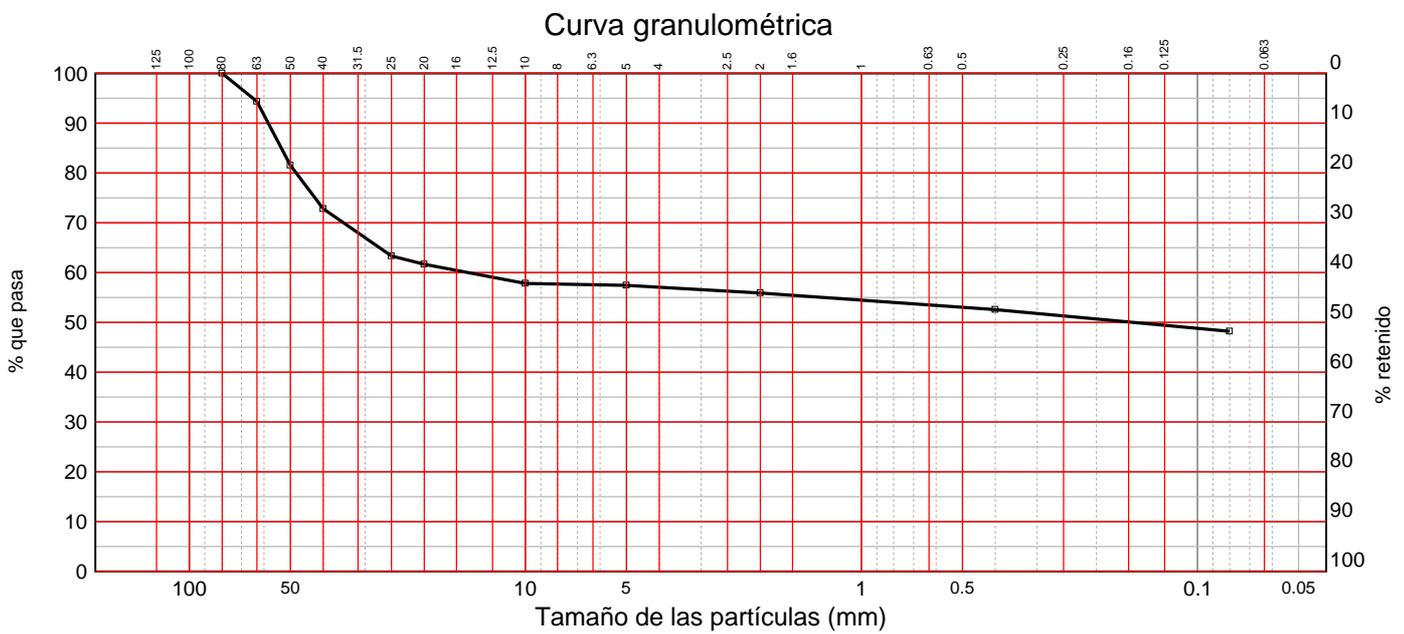
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9201	327	52698	S .2019/1336	15/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95											
Tamiz (mm)	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	94	82	73	63	62	58	57	56	53	48,2



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	30,3
Límite plástico	18,5
Índice de plasticidad	11,8

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9202	328	52759	S .2019/1343	15/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C-7

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

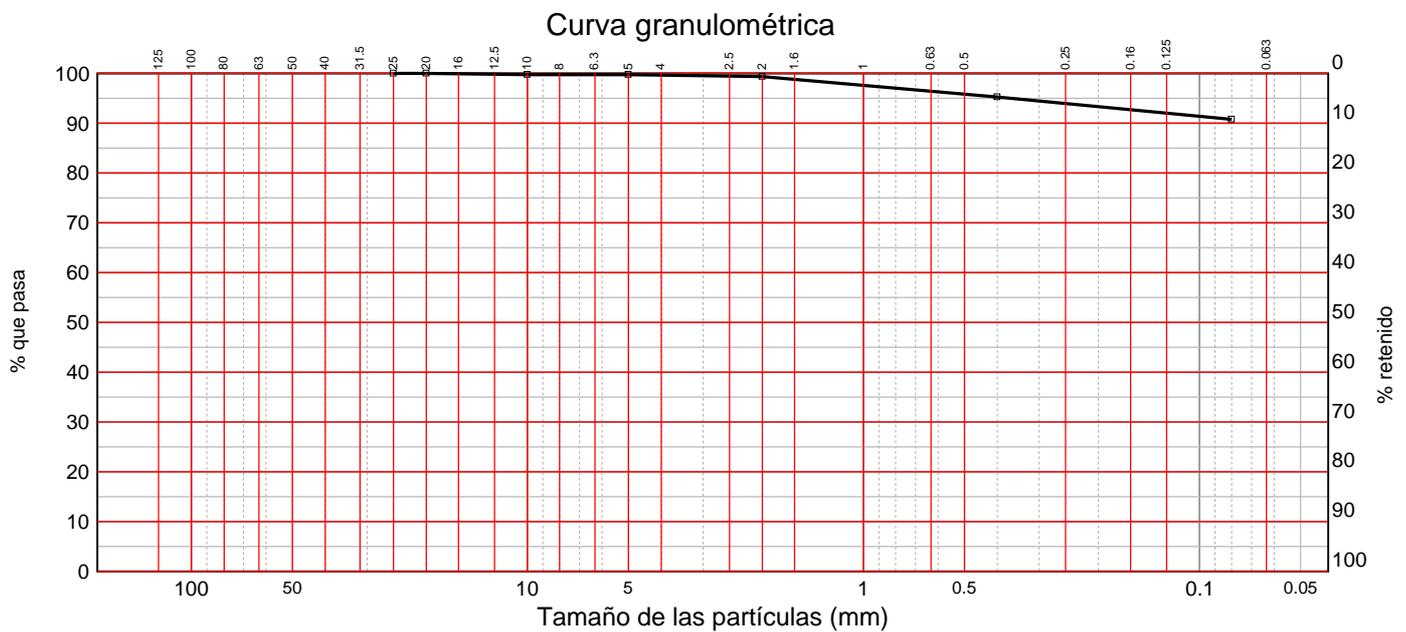
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9202	328	52759	S .2019/1343	15/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	99	95	90,8



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	41,2
Límite plástico	25,3
Índice de plasticidad	15,9

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9277	331	52768	S .2019/1350	16/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: C-8

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

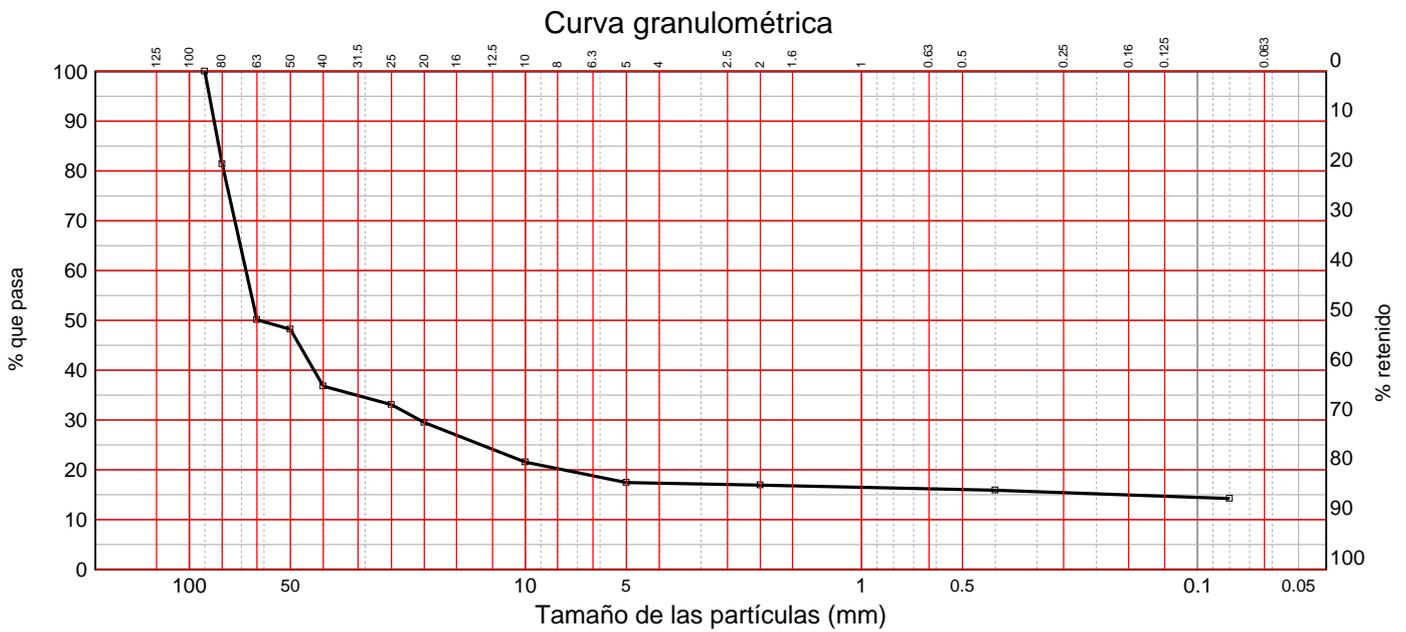
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9277	331	52768	S .2019/1350	16/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95												
Tamiz (mm)	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	81	50	48	37	33	29	21	17	17	16	14,3



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	31,2
Límite plástico	18,2
Índice de plasticidad	13,0

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9373	334	52801	S .2019/1375	17/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: P-4, MI-2 (De 0,60 a 1,20 m)

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.
Determinación del Contenido de Sales Solubles de una muestra de suelos, s/. NLT 114/99
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

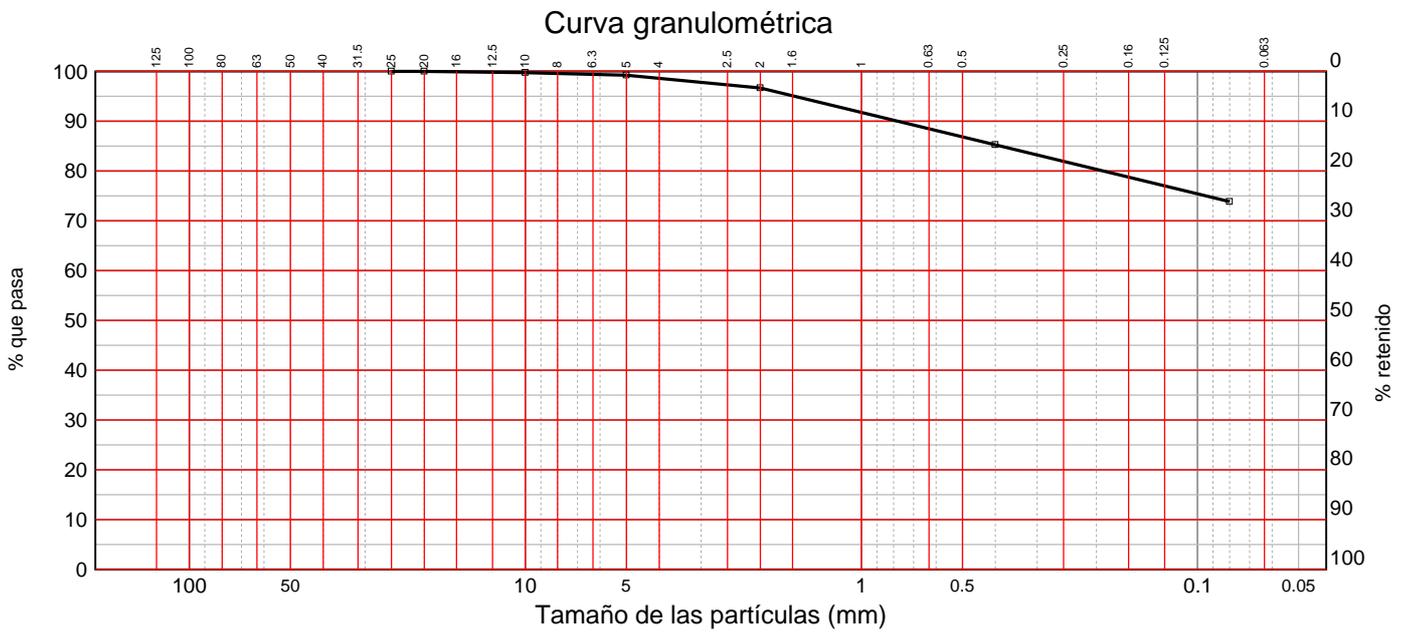
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9373	334	52801	S .2019/1375	17/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	99	97	85	73,8



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	39,0
Límite plástico	21,5
Índice de plasticidad	17,5

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9373	334	52801	S .2019/1375	17/07/2019

R-08-8

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	5,7
Altura	cm	13,2
Sección	cm ²	25,52
Volumen	cm ³	336,9
Peso húmedo	g	703,7
Humedad	%	20,8
Densidad húmeda	g/cm ³	2,089
Densidad seca	g/cm ³	1,729
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,0
Carga máxima	kg	47
Deformación máxima	mm	21
Sección corregida	cm ²	30,35
Tensión máxima	kg/cm ²	1,55
Tensión máxima	kPa	152
Deformación en rotura	%	15,9

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES
SEGÚN NLT - 114/99

Sales solubles (%) **0,43**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES
SEGÚN UNE 103,201:1996

Contenido en SO₃ (%) **0,02**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9374	335	52801	S .2019/1375	17/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Ensayos de geotecnia
2019

DESTINATARIO

R-08-8

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: P-4, MI-2 (De 0,60 a 1,20 m)

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9374	335	52801	S .2019/1375	17/07/2019

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,43	27,97	27,46
L ₉₀	mm	28,05	27,52	26,85
t ₉₀	min	5,30	4,00	4,55
L ₅₀	mm	28,22	27,72	27,12
L ₁₀₀	mm	28,01	27,47	26,78
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	0,78	1,28	1,88
Coefficiente de Consolidación		0,10	0,35	0,66
Tiempo máximo al corte	min	62,50	47,17	53,66
Velocidad máxima	mm/min	0,08	0,11	0,09
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	20,8		
Humedad final	%	22,8	22,5	22,1
Densidad aparente	g/cm ³	2,086	2,103	2,122
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,727	1,741	1,757
Índice de huecos inicial		0,506	0,494	0,480
Grado de saturación inicial	%	106,9	109,6	112,6
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,435		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,403		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,370		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	37	72	104
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	18,4		
Cohesión	KPa	5		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

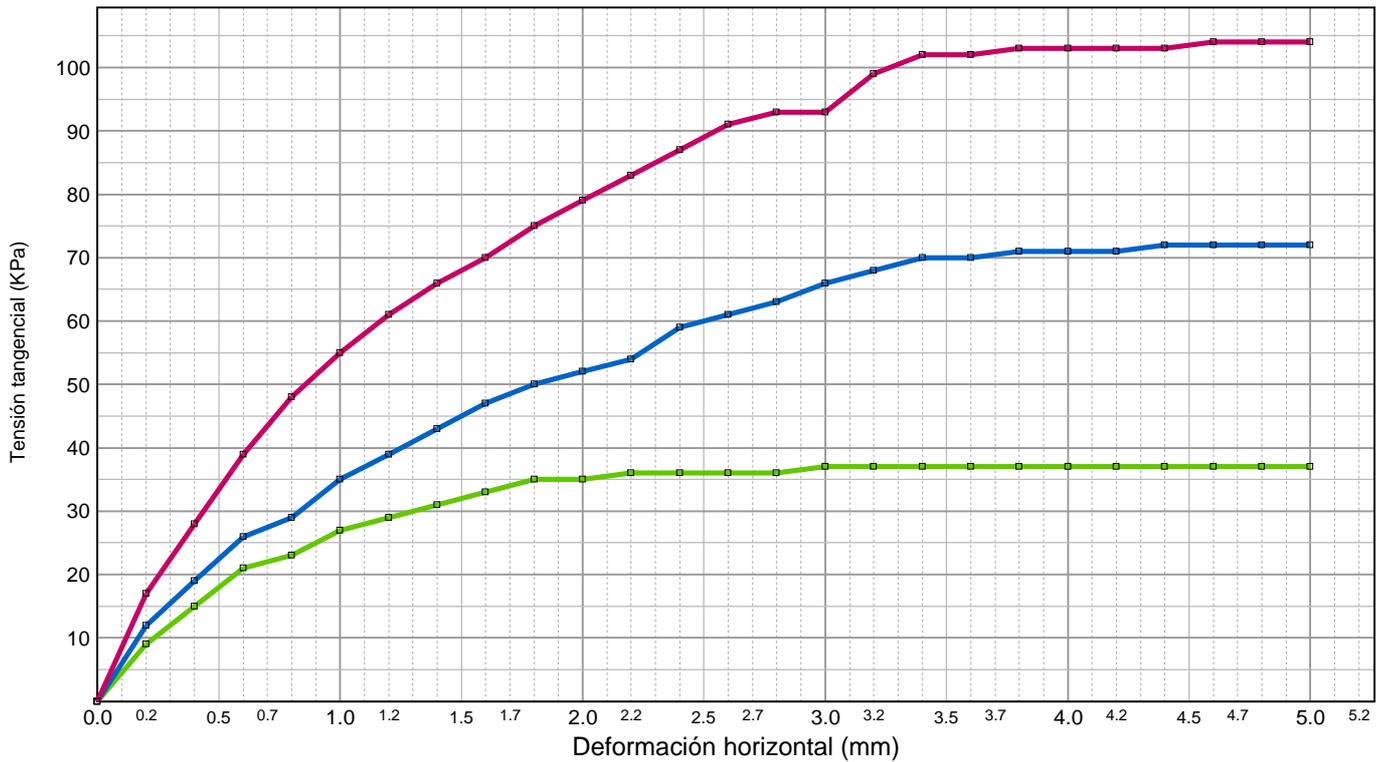
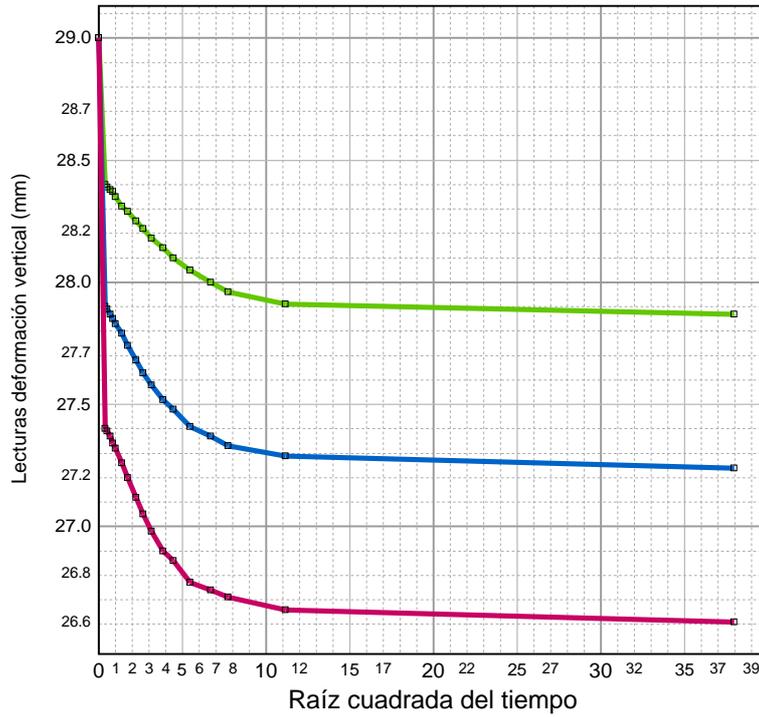
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9374	335	52801	S .2019/1375	17/07/2019

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

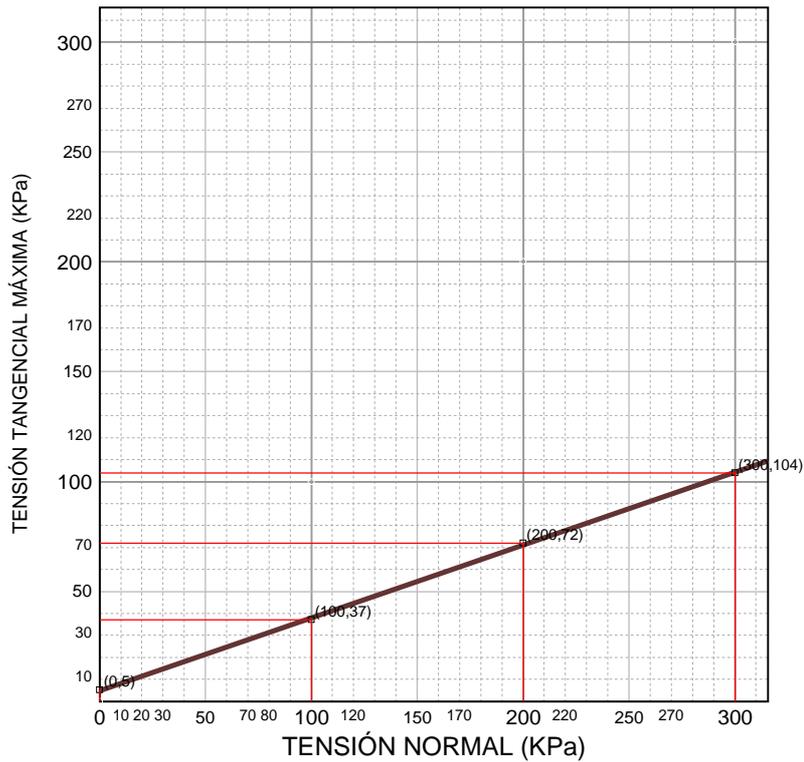
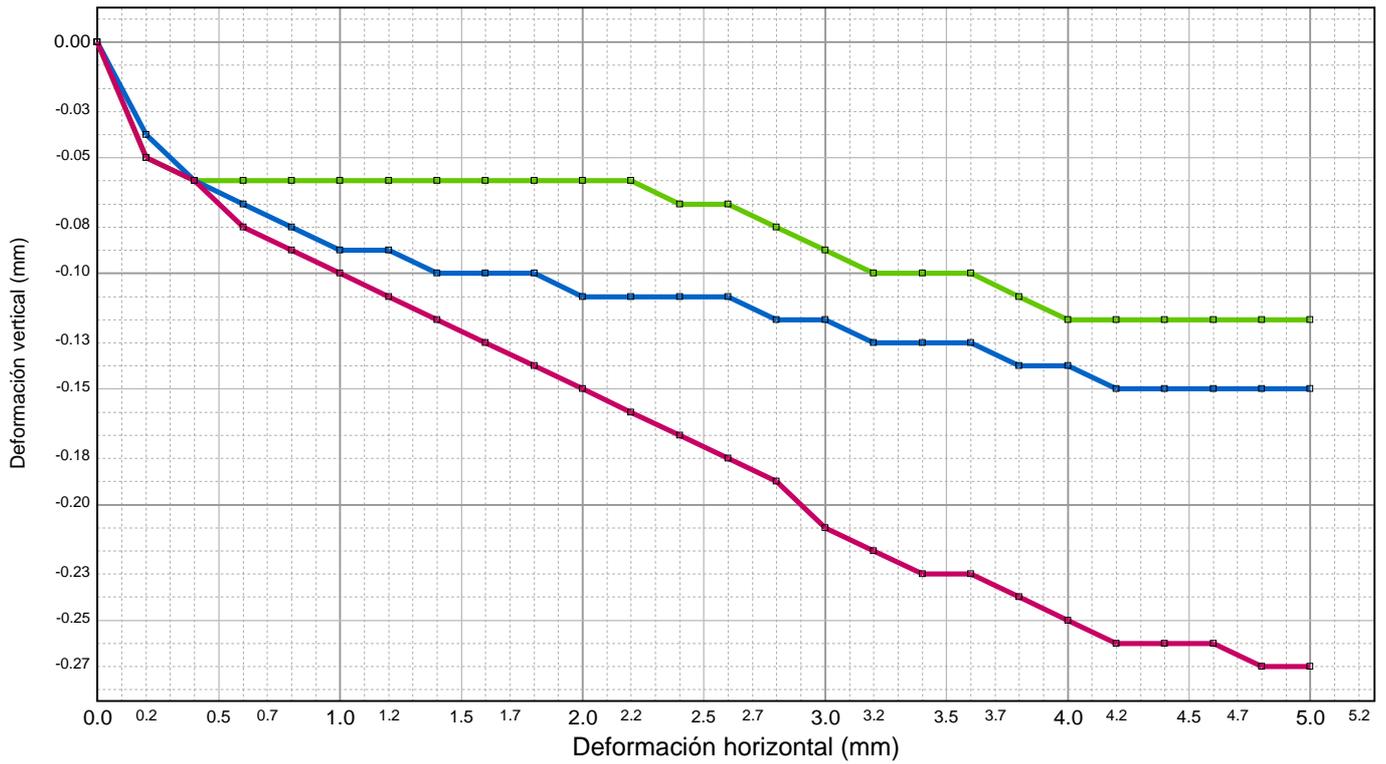


Laudelino Orvitz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9374	335	52801	S .2019/1375	17/07/2019

R-08-8



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9460	336	52800	S .2019/1374	19/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

DESTINATARIO

R-08-8

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

Ensayos de geotecnia
2019

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: P-3, MI-1 (De 0,60 a 1,20 m)

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

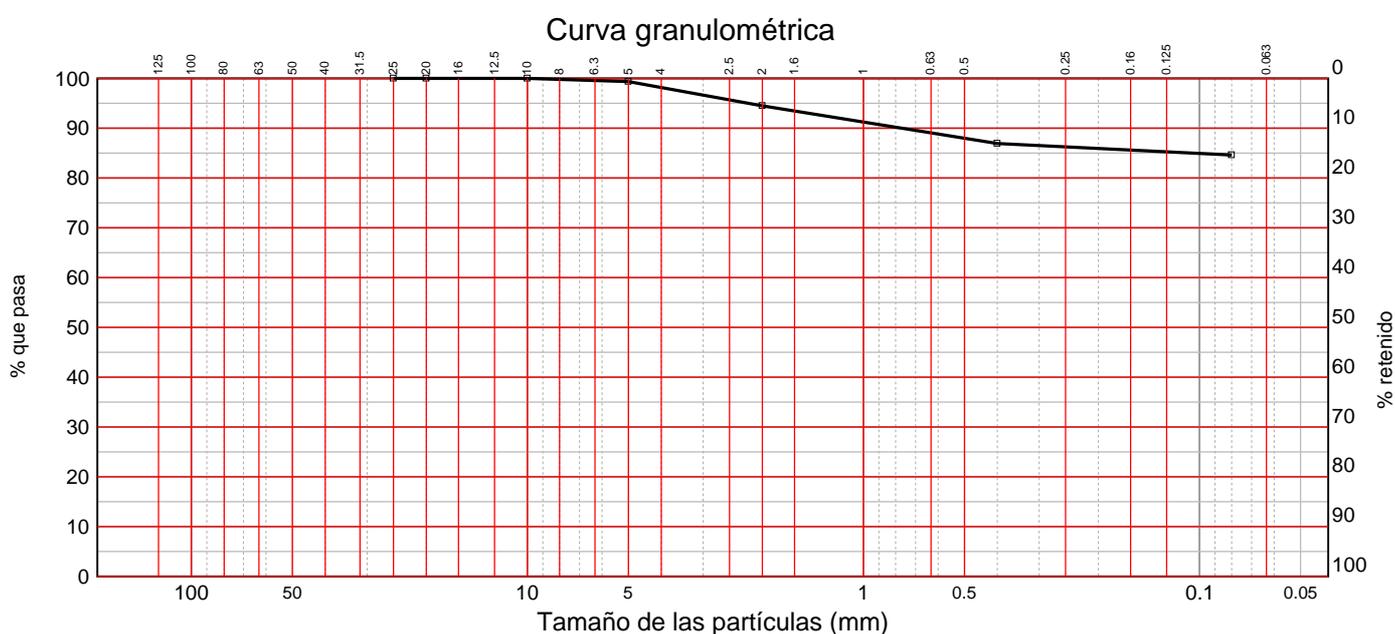
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9460	336	52800	S .2019/1374	19/07/2019

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	99	94	87	84,6



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	39,8
Límite plástico	21,8
Índice de plasticidad	18,0

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9460	336	52800	S .2019/1374	19/07/2019

R-08-8

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	5,7
Altura	cm	9,8
Sección	cm ²	25,52
Volumen	cm ³	250,1
Peso húmedo	g	534,3
Humedad	%	15,2
Densidad húmeda	g/cm ³	2,136
Densidad seca	g/cm ³	1,854
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2
Carga máxima	kg	48
Deformación máxima	mm	6,6
Sección corregida	cm ²	27,36
Tensión máxima	kg/cm ²	1,75
Tensión máxima	kPa	172
Deformación en rotura	%	6,7

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	12
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	329
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		NO AGRESIVO

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9461	337	52800	S .2019/1374	19/07/2019

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 746 / 6958/ 101782

DESTINATARIO

R-08-8

746: Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L., CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC, 33820-Grado, Asturias
ESB74182148

Terratec Geotecnia y Sondeos, S.L.
CL Camino del Vallín nº 13 - 1ºC
33820-Grado
Asturias

Ensayos de geotecnia
2019

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: P-3, MI-1 (De 0,60 a 1,20 m)

PROCEDENCIA: Cauce Villaviciosa

FECHA DE MUESTREO: 08/07/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9461	337	52800	S .2019/1374	19/07/2019

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	27,40	26,7	26,1
L ₉₀	mm	27,10	26,4	25,7
t ₉₀	min	3,12	2,9	2,6
L ₅₀	mm	27,23	26,54	25,88
L ₁₀₀	mm	27,07	26,37	25,66
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,77	2,46	3,12
Coefficiente de Consolidación		0,85	1,78	3,17
Tiempo máximo al corte	min	36,79	34,20	30,66
Velocidad máxima	mm/min	0,14	0,15	0,16
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	15,2		
Humedad final	%	16,2	15,5	15,5
Densidad aparente	g/cm ³	1,936	1,930	1,936
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,681	1,676	1,681
Índice de huecos inicial		0,547	0,552	0,547
Grado de saturación inicial	%	72,3	71,7	72,3
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,431		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,363		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	82	102	123
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	11,7		
Cohesión	KPa	61		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2,60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



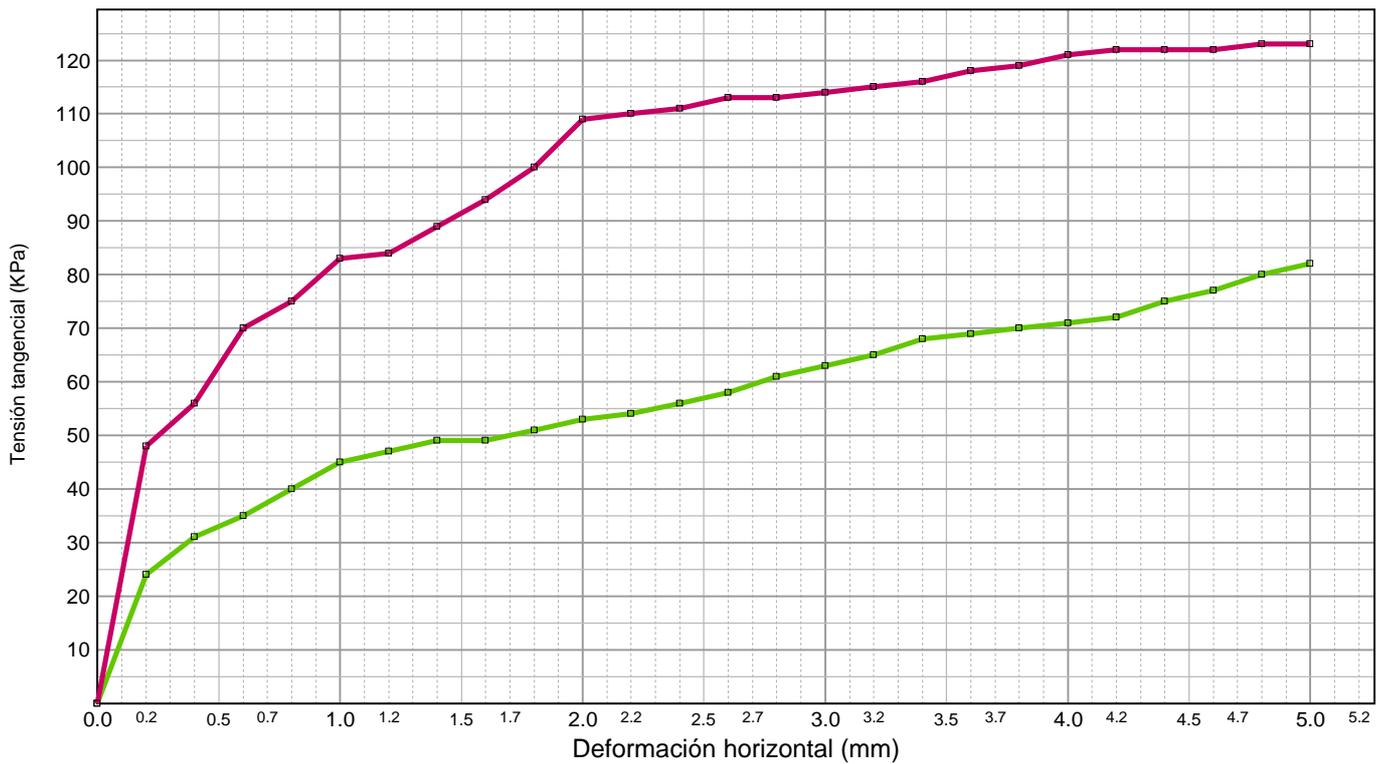
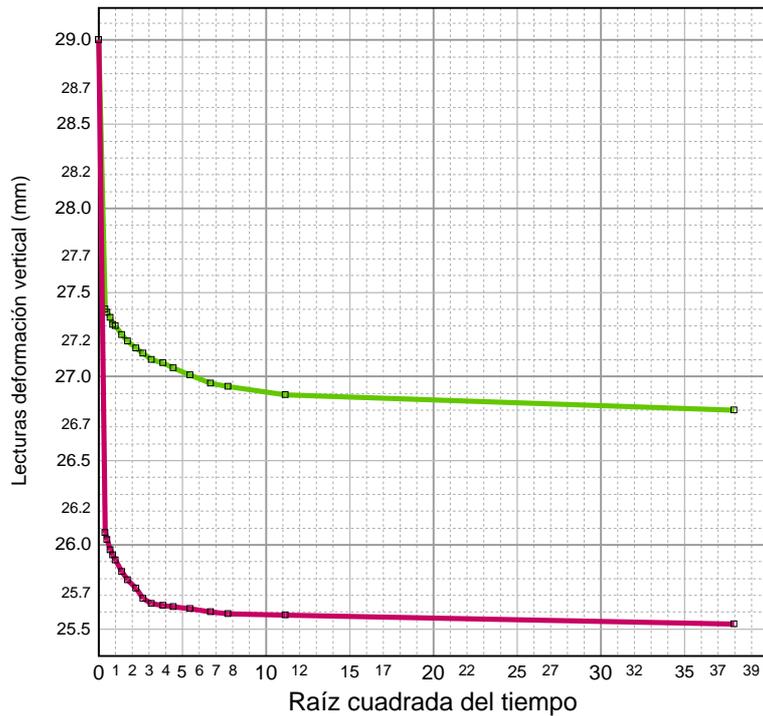
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9461	337	52800	S .2019/1374	19/07/2019

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

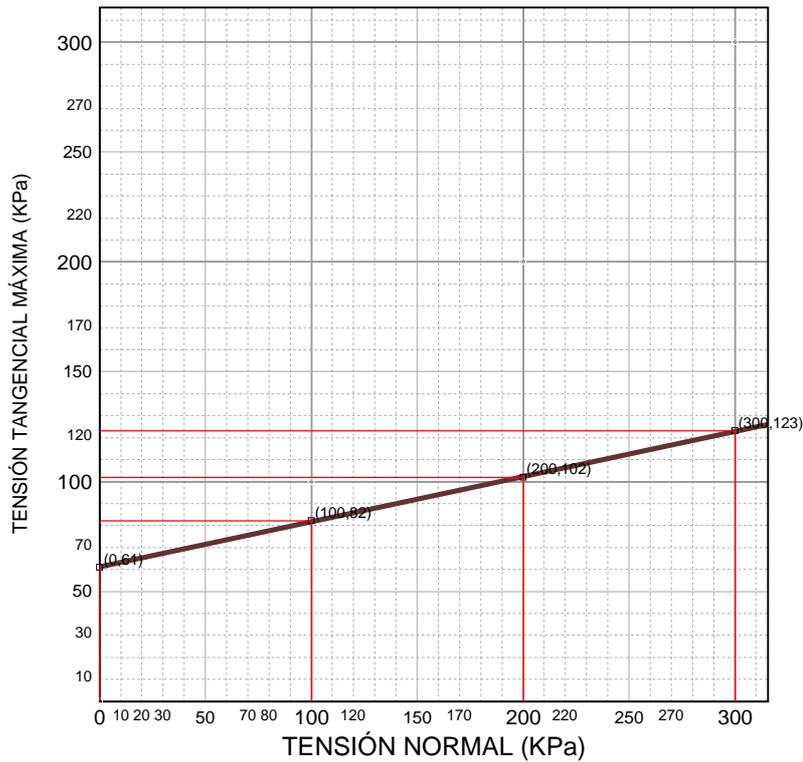
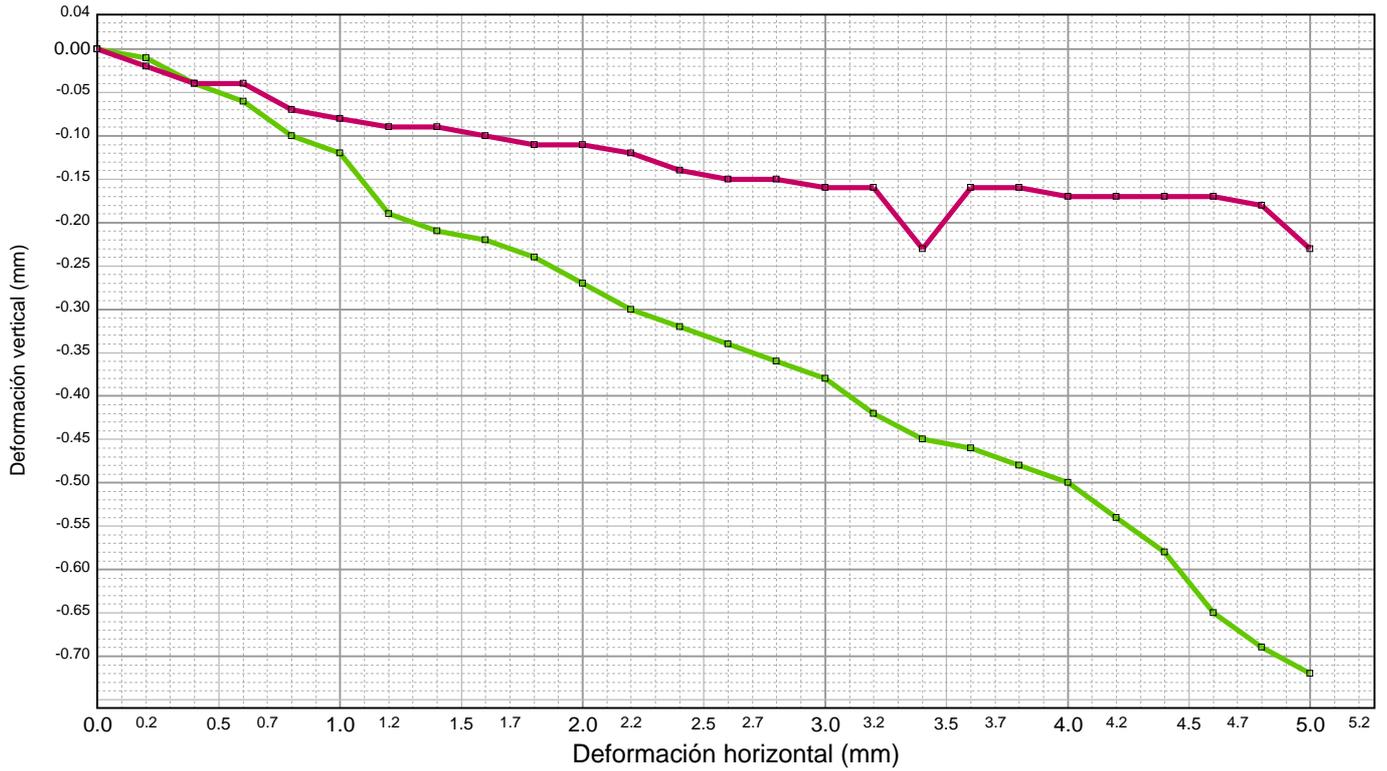


Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2019/9461	337	52800	S .2019/1374	19/07/2019

R-08-8



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

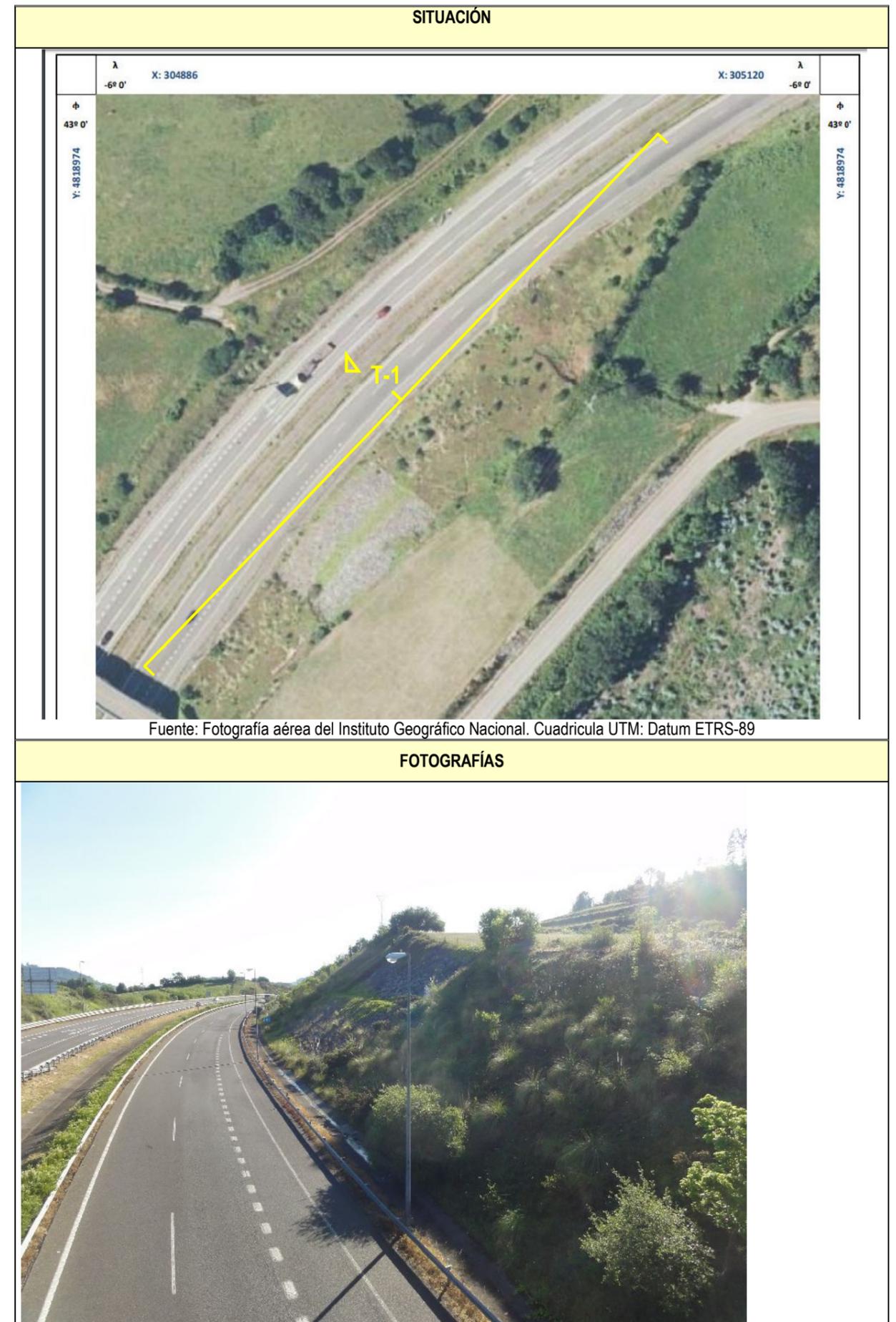
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



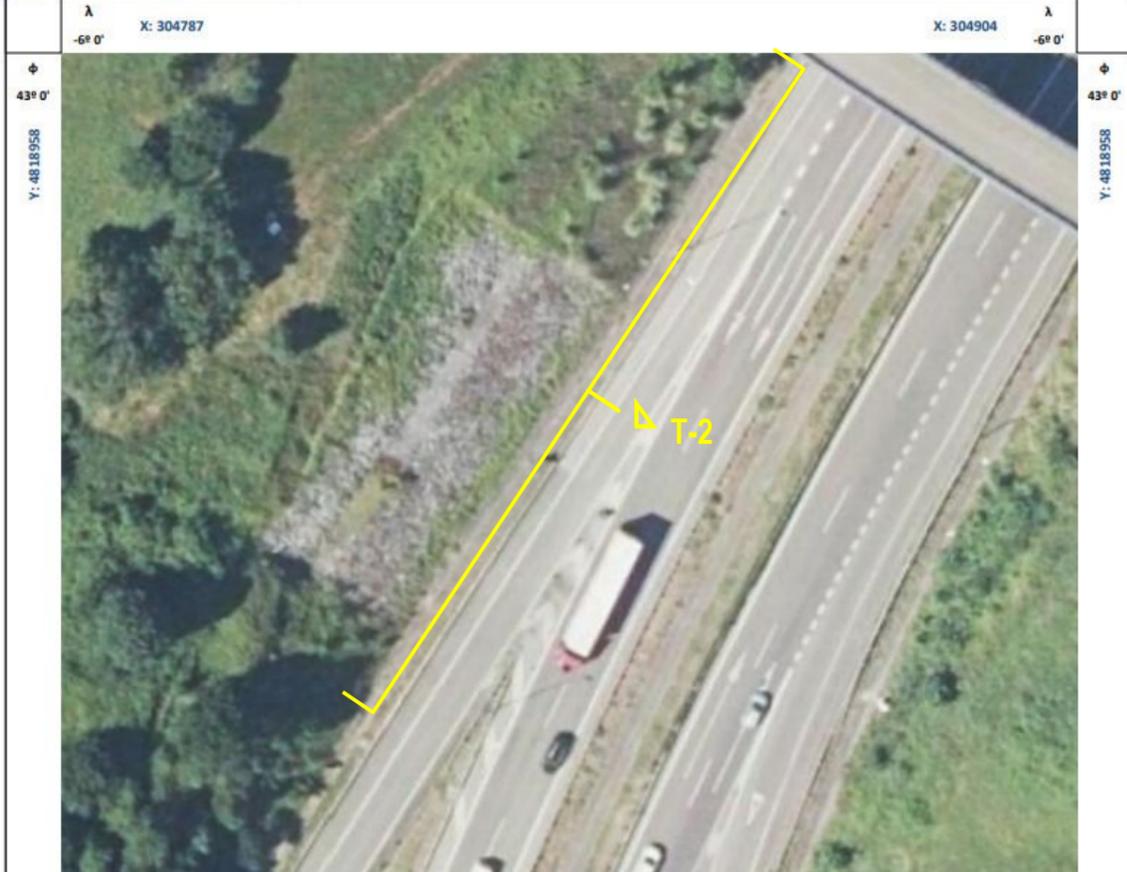
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

APÉNDICE 5. FICHAS DEL INVENTARIO DE TALUDES

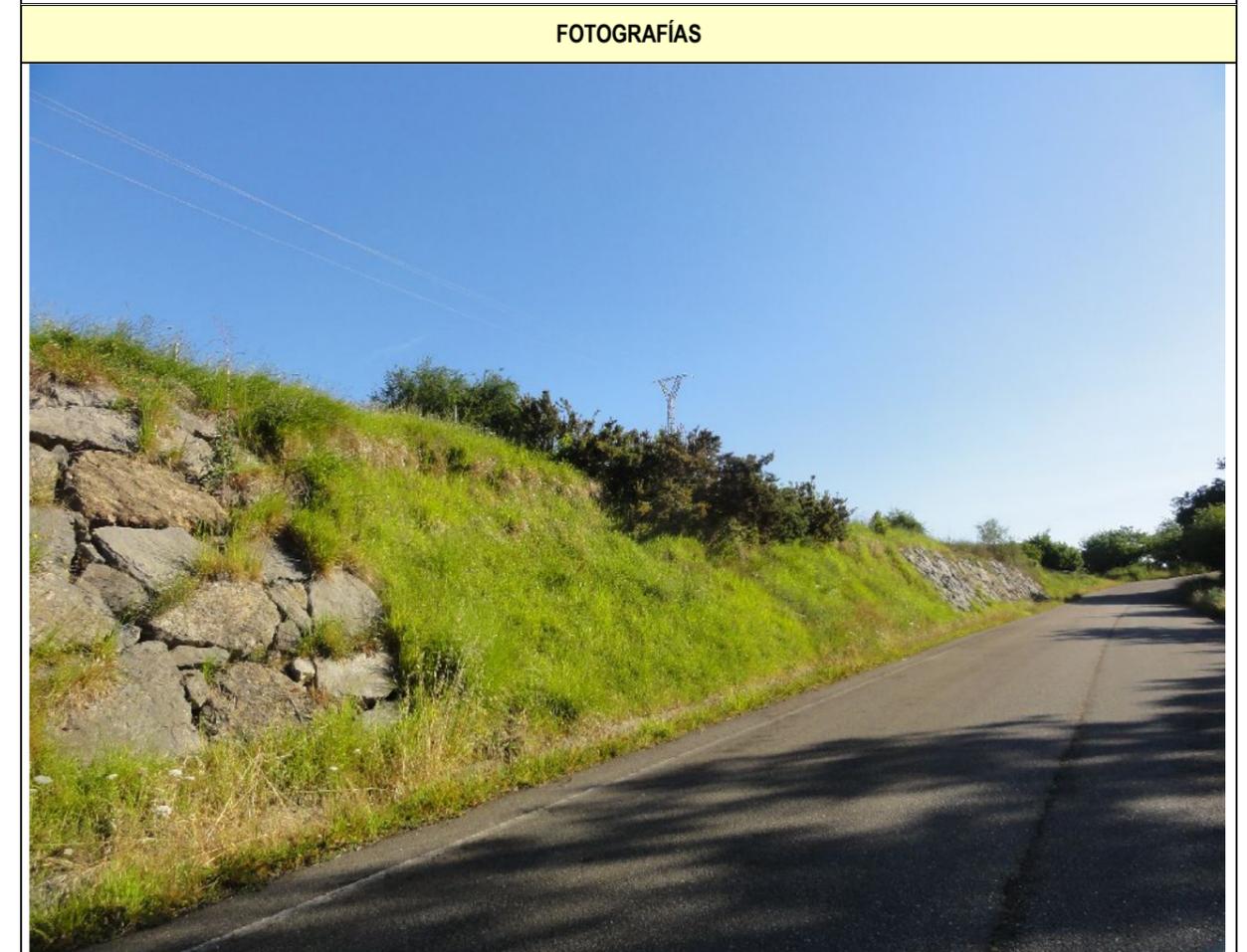
Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)			T-1	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: AUTOVÍA A-8. P.K. Aprox. 352,7k. Margen izquierda		Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa		Altura: 10-12 m.
Término Municipal: Villaviciosa		Coordenadas UTM: X: 304 780,58 Y: 4 819 053,93		Ángulo talud: 3H/2V
Provincia: Asturias.		Datum: ETRS-89		Longitud: 200 m.
Orientación del talud: N044°E				
Bermas y cunetas: No				
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo con probable presencia de evaporitas (yesos y sales).				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Escollera colocada de bloques decimétricos a métricos, de naturaleza calcárea.				
Estabilidad general: Media.				
Tipos de inestabilidad observados: Alteración superficial.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.		Compacidad: Media.		
Drenaje: Por escorrentía directa.		Permeabilidad: Baja a media.		
Erosionabilidad: Media a alta		Capacidad portante: Media		
OTROS DATOS				
Se observa la estabilización del talud en una longitud de 50m, mediante un muro de escollera colocada. Se ha realizado un berma intermedia y se la tendido ligeramente talud original. No se ha observa presencia de agua pero el talud presenta abundante vegetación y agua en la cuneta de pie que evidencia la presencia de humedades. También se observa vegetación hridrohalófila, por lo que es probable la presencia de evaporitas en el seno del desmonte. No se observan inestabilidades. El talud presenta una buena cobertura vegetal.				



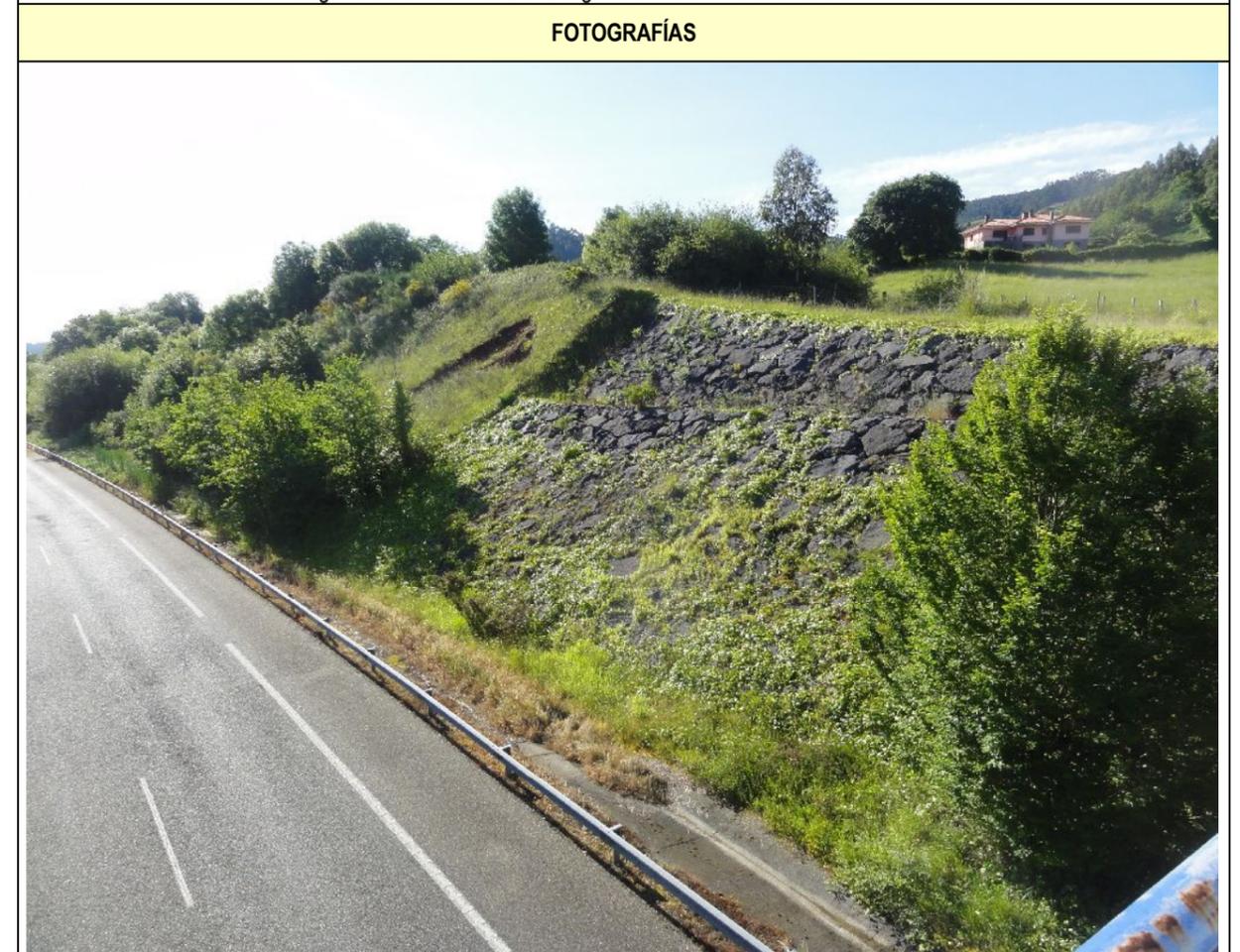
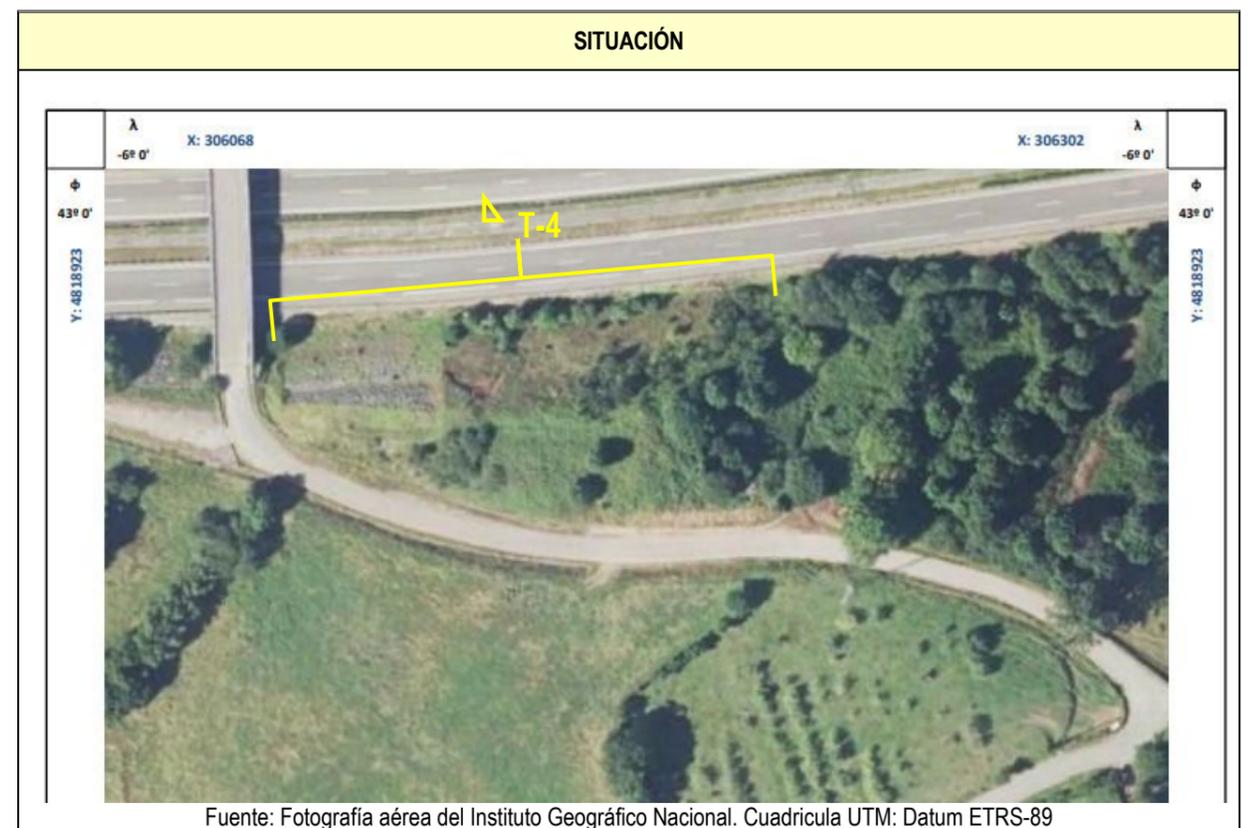
Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)			T-2	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: AUTOVÍA A-8. Ramal de salida 353 Margen derecha		Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa		Altura: 10-12 m.
Término Municipal: Villaviciosa		Coordenadas UTM: X: 304 794,87 Y: 4 819 039,71		Ángulo talud: 1H/1V
Provincia: Asturias.		Datum: ETRS-89		Longitud: 120 m.
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo con presencia de evaporitas (yesos y sales).				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Escollera colocada de bloques decimétricos a métricos, de naturaleza calcárea.				
Estabilidad general: buena.				
Tipos de inestabilidad observados: Ninguna.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.		Compacidad: Media.		
Drenaje: Por escorrentía directa.		Permeabilidad: Baja a media.		
Erosionabilidad: Media a alta		Capacidad portante: Media		
OTROS DATOS				
Se observa la estabilización del talud en una longitud de 45m, mediante un muro de escollera colocada. No se ha detectado presencia de agua, pero se observa abundante vegetación freatofita o hidrófila, lo que hace pensar en la existencia de filtraciones o humedades. No se observan inestabilidades activas. El talud presenta una buena cobertura vegetal.				

SITUACIÓN	
	<p>Fuente: Fotografía aérea del Instituto Geográfico Nacional. Cuadrícula UTM: Datum ETRS-89</p>
FOTOGRAFÍAS	
	

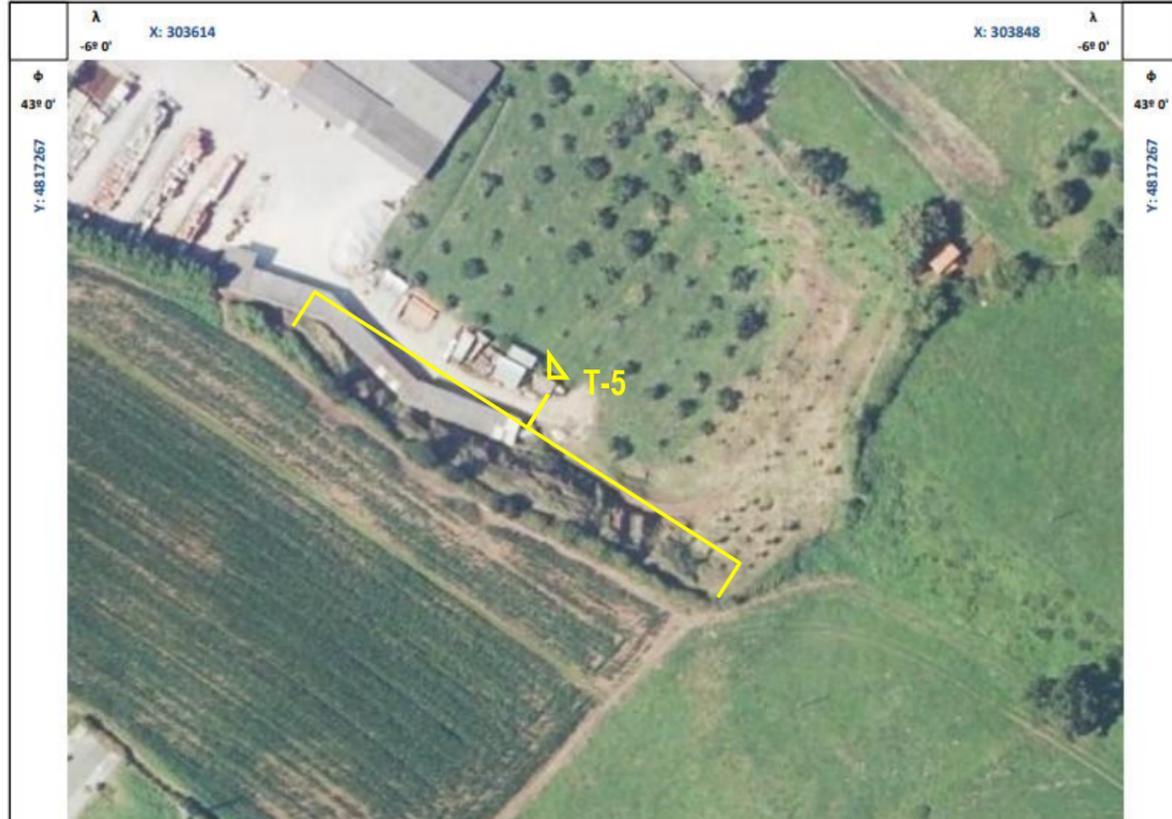
Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS))			T-3	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: Carretera de Pando a Aldea Muslera s/n	Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa	Altura: 2-3 m. Ángulo talud: 1H/1V Longitud: 165 m. Orientación del talud: N045°E Bermas y cunetas: No		
Término Municipal: Villaviciosa	Coordenadas UTM: X: 304 865,56 Y: 4 819 082,08	Datum: ETRS-89		
Provincia: Asturias.				
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo.				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Escollera colocada de bloques decimétricos a métricos, de naturaleza calcárea.				
Estabilidad general: Buena.				
Tipos de inestabilidad observados: Alteración y deslizamientos superficiales de la capa vegetal. Se observan grietas de tracción en la parte delta de la cara frontal de talud.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.	Compacidad: Media.			
Drenaje: Por escorrentía directa.	Permeabilidad: Baja a media.			
Erosionabilidad: Media a alta	Capacidad portante: Media			
OTROS DATOS				
Se observa la estabilización del talud en vario tramos de 15 y 35 metros mediante muros de escollera colocada. No se ha detectado presencia de agua. El talud presenta una buena cobertura vegetal.				



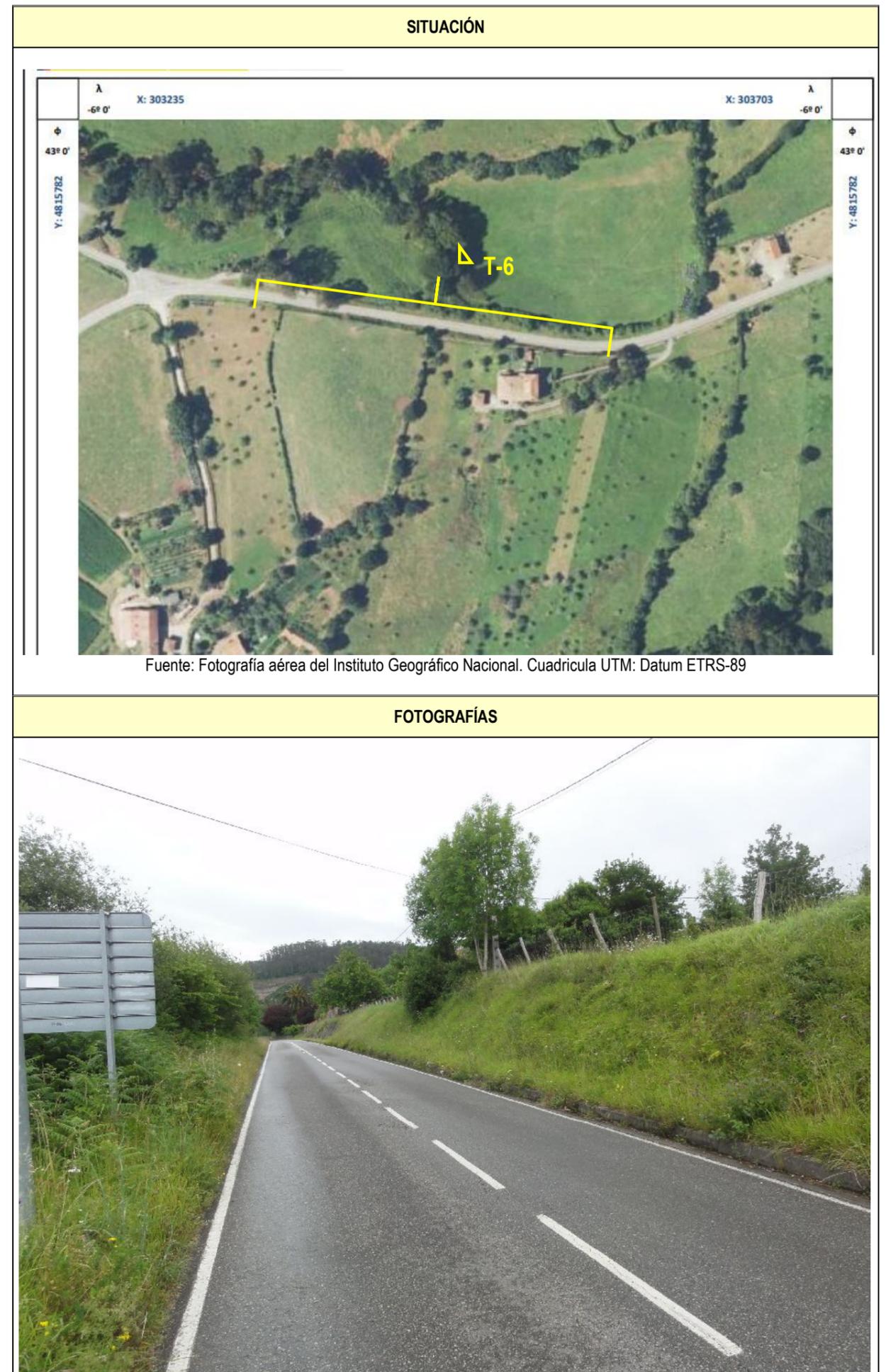
Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI, MANZANA Y DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS))			T-4	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: AUTOVÍA A-8. P.K. Aprox. 351,5. Margen izquierda		Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa		Altura: 8-10 m.
Término Municipal: Villaviciosa		Coordenadas UTM: X: 306 123,43 Y: 4 819 178,36		Ángulo talud: 3H/2V
Provincia: Asturias.		Datum: ETRS-89		Longitud: 150 m.
Orientación del talud: N086°E				
Bermas y cunetas: No				
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo.				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Escollera colocada de bloques decimétricos a métricos, de naturaleza calcárea.				
Estabilidad general: Media.				
Tipos de inestabilidad observados: Alteración superficial y rotura circular.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.		Compacidad: Media.		
Drenaje: Por escorrentía directa.		Permeabilidad: Baja a media.		
Erosionabilidad: Media a alta		Capacidad portante: Media		
OTROS DATOS				
Se observa la estabilización del talud en una longitud de 35m, mediante un muro de escollera colocada. Se ha realizado un berma intermedia y se la tendido ligeramente talud original. No se ha observa presencia de agua pero el talud presenta abundante vegetación. Se observan inestabilidades superficiales y roturas de tipo circular en la zona del talud que no se ha estabilizado. El talud presenta una buena cobertura vegetal.				



Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS))			T-5	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: Calle Tejera s/n	Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa	Altura: 6-8 m.		
Término Municipal: Villaviciosa	Coordenadas UTM: X: 303 644,67 Y: 4 817 451,38	Ángulo talud: 1H/1V a 2H/3V		
Provincia: Asturias.	Datum: ETRS-89	Longitud: 95 m.		
Orientación del talud: N120°E				
Bermas y cunetas: No				
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo.				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Ninguna.				
Estabilidad general: Mala.				
Tipos de inestabilidad observados: Alteración superficial y rotura circular.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.		Compacidad: Media.		
Drenaje: Por escorrentía directa.		Permeabilidad: Baja a media.		
Erosionabilidad: Media a alta		Capacidad portante: Media		
OTROS DATOS				
Se observa la inestabilidad generalizada de la capa más superficial del talud. Abundantes siderrubiso al pie producidos por escorrentía directa sobre el talud.				

SITUACIÓN	
	
Fuente: Fotografía aérea del Instituto Geográfico Nacional. Cuadrícula UTM: Datum ETRS-89	
FOTOGRAFÍAS	

Ciente: 		Consultor: 	Observador: Carlos Jiménez Fecha: JUNIO 2019	FICHA DE TALUD
DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS))			T-6	
DESCRIPCIÓN Y GEOMETRÍA DEL TALUD				
Situación: Carretera AS-332 s/n	Hoja 1:50.000: 30 Villaviciosa	Altura: 2m. Ángulo talud: 1H/1V Longitud: 250 m. Orientación del talud: N243°E Bermas y cunetas: No		
Término Municipal: Villaviciosa	Coordenadas UTM: X: 303 142,25 Y: 4 816 043,81 Datum: ETRS-89			
Provincia: Asturias.				
LITOLOGÍA				
Unidad geológico-geotécnica: T. Arcillas rojas.				
Edad geológica: Triásico				
Descripción: Arcillas y lutitas abigarradas de aspecto masivo.				
Estructura: Masiva sin estructura aparente.				
Color: Pardo rojizo				
Geometría de las capas: No se identifican capas.				
Espesor medio/total: Decamétrico.				
COMPORTAMIENTO				
Medidas protectoras: Muros de escollera.				
Estabilidad general: Buena.				
Tipos de inestabilidad observados: Ninguno.				
GEOTECNIA				
Excavabilidad: Medios mecánicos convencionales.		Compacidad: Media.		
Drenaje: Por escorrentía directa.		Permeabilidad: Baja a media.		
Erosionabilidad: Media a alta		Capacidad portante: Media		
OTROS DATOS				
Se observan zonas que han sido estabilizadas con muros de escollera colocada en vario tramos. No se aprecian inestabilidades evidentes. Talud con abundante cubierta vegetal de tipo herbáceo. No se observa presencia de agua.				



ANEJO Nº 5.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.	INFORMACIÓN CLIMÁTICA	3
2.1.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GENERALES	3
2.1.1.	PRECIPITACIÓN	3
2.1.2.	TEMPERATURA	5
2.1.3.	DIVERSOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS	9
2.1.4.	INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD	10
2.1.5.	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	11
2.1.6.	INCIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	12
2.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	13
2.2.1.	ÍNDICE DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	13
2.2.1.1.	Propiedad Índice de aridez de Martonne	13
2.2.1.2.	Índice termopluviométrico de Dantín-Revenga	15
2.2.1.3.	Índice de pluviosidad de Lang	15
2.2.1.4.	Índice de sequedad estival de Giacobbe	16
2.2.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN	17
2.2.3.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS	19
2.2.3.1.	Introducción	19
2.2.3.2.	Tipos de invierno y verano	20
2.2.3.3.	Régimen térmico	23
2.2.3.4.	Régimen de humedad	25
2.2.3.5.	Régimen de humedad	27
2.2.4.	RESUMEN DE ÍNDICES DE CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICAS	30
2.3.	DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	31
2.3.1.	METODOLOGÍA	31
2.3.2.	CÁLCULO DE LOS DÍAS APROVECHABLES	32
3.	HIDROLOGÍA	35
3.1.	INTRODUCCIÓN	35
3.2.	ESTUDIO DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN	36
3.3.	ESTIMACIÓN DE CAUDALES	38
3.3.1.	GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III	38
3.3.2.	MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL	38
3.4.	CAUDALES DE PROYECTO	51
3.4.1.	GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III	51

3.4.2.	MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL	52
3.4.2.1.	T=5 años	52
3.4.2.2.	T=10 años	53
3.4.2.3.	T=25 años	54
3.4.2.4.	T=50 años	55
3.4.2.5.	T=100 años	56
3.4.2.6.	T=500 años	57
3.4.3.	COMPARATIVA DE CAUDALES. CAUDAL DE DISEÑO	58
3.4.4.	CONSIDERACIONES COMO CONSECUENCIA DEL POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estación meteorológica seleccionada	3
Tabla 2.	Caracterización mensual de la precipitación	4
Tabla 3.	Caracterización estacional de la precipitación	4
Tabla 4.	Caracterización mensual de la temperatura	6
Tabla 5.	Número de días de diversos fenómenos meteorológicos	9
Tabla 6.	Caracterización de la Insolación y Nubosidad	10
Tabla 7.	Humedad relativa del aire	11
Tabla 8.	Valores del Índice de aridez de Martonne.....	14
Tabla 9.	Valores del Índice Termopluviométrico de Dantín Revenga.....	15
Tabla 10.	Valores del Índice de Lang.....	16
Tabla 11.	Valores del Índice de Aridez de Giacobbe	17
Tabla 12.	Parámetros para la determinación del tipo de invierno. Clasificación de Papadakis	21
Tabla 13.	Parámetros para la determinación del tipo de Verano. Clasificación de Papadakis	22
Tabla 14.	Índices representativos del régimen de Humedad.....	27
Tabla 15.	Resumen de Índices de caracterización y clasificación climáticas	30
Tabla 16.	Resumen de clasificaciones climáticas	30
Tabla 17.	Valores climáticos condicionantes y coeficientes reductores	32
Tabla 18.	Coficiente de reducción por días útiles	33
Tabla 19.	Número de días útiles para la ejecución de las obras en las estaciones seleccionadas	33
Tabla 20.	Número de días útiles para la ejecución de las obras en la zona de actuación	34
Tabla 21.	Valores del coeficiente de flujo difuso n_{dif}	39
Tabla 22.	Determinación de t_c en condiciones de flujo difuso	40

Tabla 23. Grupos hidrológicos de suelo efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía.....	48
Tabla 24. Caudales por cuencas y periodos de retorno s/ gráfica del Plan Hidrológico Norte III.....	51
Tabla 25. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=5, s/ método racional	52
Tabla 26. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=10, s/ método racional	53
Tabla 27. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=25, s/ método racional	54
Tabla 28. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=50, s/ método racional	55
Tabla 29. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=100, s/ método racional	56
Tabla 30. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=500, s/ método racional	57
Tabla 31. Comparativa de caudales según distintos métodos.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la precipitación mensual media	4
Figura 2. Valores medias de la temperatura. Asturias- Gijón	7
Figura 3. Valores medias de la temperatura. Oviedo.....	7
Figura 4. Diagrama ombrotérmico de Gaussen. Gijón-Musel.....	8
Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Gaussen. Oviedo.....	9
Figura 6. Caracterización de la insolación	11
Figura 7. Valores medios de la humedad relativa	12
Figura 8. Cuencas de aportación al entorno de Villaviciosa	36
Figura 9. Cuencas de aportación estimadas en el diseño	37
Figura 10. Gráfica G.N.1- Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T.	38
Figura 11. Índice de torrencialidad	41
Figura 12. Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo	48
Figura 13. Mapa de grupos hidrológicos de suelo	48
Figura 14. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.....	49

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La descripción y caracterización del ámbito Climatológico e Hidrológico del entorno geográfico en el que se ubica una determinada obra es de una importancia crucial para establecer los criterios básicos a seguir en el planteamiento de las distintas medidas a adoptar, en cada uno de los campos de actuación, que influirán, de forma definitiva, en el resultado final de la misma, su funcionamiento diario y su perdurabilidad en el tiempo.

La descripción y caracterización del ámbito Climatológico e Hidrológico del entorno geográfico en el que se ubica una determinada obra es de una importancia crucial para establecer los criterios básicos a seguir en el planteamiento de las distintas medidas a adoptar, en cada uno de los campos de actuación, que influirán, de forma definitiva, en el resultado final de la misma, su funcionamiento diario y su perdurabilidad en el tiempo.

Un conocimiento detallado de la evolución del clima a lo largo del periodo anual, en una serie suficiente de años, permitirá determinar, estadísticamente, su comportamiento y características fundamentales en el entorno más próximo de la obra; esta caracterización debe ser tal que, en su momento, facilite la elaboración del Plan de las Obras, determinando el periodo del año en el que es más factible la ejecución de una determinada actividad o la repercusión final en los precios de las distintas unidades debido a la influencia del clima en la región y, en consecuencia, prever, en lo posible, las eventualidades climatológicas que puedan incidir en el mismo. Adicionalmente, las series climáticas analizadas, serán datos de partida para los estudios que en un futuro inmediato deben abordarse; como el diseño de las plantaciones a utilizar en la restauración paisajística del entorno de la obra, que en definitiva enmarca el producto final, y la caracterización agroclimática de los terrenos ocupados por la misma.

Asimismo, con los cálculos de los caudales de las cuencas vertientes a los distintos cauces donde se pretendan proyectar algunas de las actuaciones, se proponen los medios más adecuados para el correcto comportamiento de las márgenes, determinando las protecciones necesarias para evitar las zonas erosionadas, o zonas inundadas, según el caso.

En definitiva, el contenido fundamental que integra este Anejo lo constituyen los estudios básicos de análisis de valores climáticos y caracterización de parámetros hidrológicos, que son necesarios para poder realizar, posteriormente, los estudios y actividades mencionados anteriormente.

Por tanto, según las actividades desarrolladas y objetivos a los que están destinadas, existen dos ámbitos de actuación perfectamente diferenciados, siendo independientes entre sí, pero manteniendo una íntima relación a lo largo del estudio; que son los siguientes:

Estudio climatológico. Con el fin de caracterizar el entorno en el que se ubica el proyecto, se analizan datos de temperatura, precipitación y de diversos fenómenos meteorológicos, para posteriormente caracterizar el clima de la zona a través de índices y clasificaciones climáticas, y finalmente calcular el número de días previsiblemente aprovechables para la ejecución de las obras.

Estudio hidrológico. En realidad, se trata de un estudio de aportaciones extremas, por lo que los datos que interesan se refieren a valores máximos de la precipitación, relacionados, como se verá más adelante con las superficies de las cuencas vertientes. Con los datos de este estudio se realiza el estudio hidráulico del cauce con las aportaciones de las cuencas a través de los arroyos, así como el dimensionamiento de los conductos y elementos de evacuación hacia la ría de Villaviciosa.

Cambio climático. En el diseño final se han considerado las posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de la variación de los caudales en base a las valoraciones establecidas en la revisión y actualización de la EPRI, 2º ciclo. D.H. Cantábrico Occidental.

2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA

El objetivo fundamental de los estudios y análisis que se desarrollan a continuación es caracterizar el ámbito territorial desde el punto de vista climático, a fin de aportar información necesaria para los estudios medioambientales que deben desarrollarse. También se estima el número de días previsiblemente aprovechables para la ejecución de las unidades de obra más significativas de las actuaciones; estos datos son necesarios para poder definir el Plan de las Obras con el debido conocimiento de causa.

Para la realización de los estudios que se describen posteriormente se han considerado los datos correspondientes a dos estaciones meteorológicas termo-pluviométricas, integradas en la red de puntos de control de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), que se encuentra en el entorno inmediato de la zona del proyecto, y que cuentan con registros de un mayor número de variables climatológicas.

Con este criterio, las estaciones seleccionadas, son las que siguen:

Tabla 1. Estación meteorológica seleccionada

ESTACIÓN		LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA			
CÓDIGO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	PROVINCIA
1208H	GIJÓN, MUSEL	542032	433336	5 m	Asturias
1249I	OVIEDO	552272	431221	336 m	Asturias

Los datos considerados de estas estaciones son los facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) obtenidos a base de los datos meteorológicos del periodo 2001-2018 tanto para la estación de Gijón-Musel y de 2001-2018 para Oviedo.

Aunque las estaciones se encuentran lejos de la zona de implantación de las obras, se consideran suficientemente representativas del clima de la zona de estudio a efectos de cálculo de días aprovechables e índices climatológicos, que como se verá son similares en ambas estaciones elegidas a pesar de encontrarse también a una distancia considerable y tener una altitud tan variable.

2.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GENERALES

2.1.1. PRECIPITACIÓN

La caracterización de la precipitación se ha realizado a partir de los datos correspondientes a la estación meteorológica termo-pluviométrica seleccionada. Los valores globales resultantes de la precipitación a lo largo del periodo anual se recogen en la Tabla 2. Caracterización mensual de la precipitación, mientras que los valores medios de la precipitación estacional, obtenidos a partir del valor medio de las precipitaciones correspondientes a los meses de la estación considerada, por ejemplo la primavera que incluye los meses de abril, mayo y junio, figuran en la Tabla 3. Caracterización estacional de la precipitación.

Tabla 2. Caracterización mensual de la precipitación.

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media mensual (mm)	GIJÓN, MUSEL	108,1	99,5	89,1	75,5	63,6	58,6	34,4	45,1	55,8	87,4	127,9	100,5	945,4
	OVIEDO	114,5	106,1	100,1	93,6	85,7	68,1	41,9	52,1	56,1	96,9	136,1	93,6	1044,8
Variación mensual de la precipitación (%)	GIJÓN, MUSEL	11,4	10,5	9,4	8,0	6,7	6,2	3,6	4,8	5,9	9,2	13,5	10,6	100
	OVIEDO	11,0	10,2	9,6	9,0	8,2	6,5	4,0	5,0	5,4	9,3	13,0	9,0	100

Tabla 3. Caracterización estacional de la precipitación

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR ESTACIONAL				VALOR ANUAL
		PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	
Precipitación media estacional (mm)	GIJÓN, MUSEL	197,6	135,3	315,8	296,6	945,4
	OVIEDO	247,4	150,1	326,6	320,7	1044,8
Variación de la precipitación media estacional (%)	GIJÓN, MUSEL	20,9	14,3	33,4	31,4	100,0
	OVIEDO	23,7	14,4	31,3	30,7	100,0

A continuación, se incluye el gráfico en el que se refleja la evolución mensual de la precipitación media de las estaciones consideradas.

EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIA

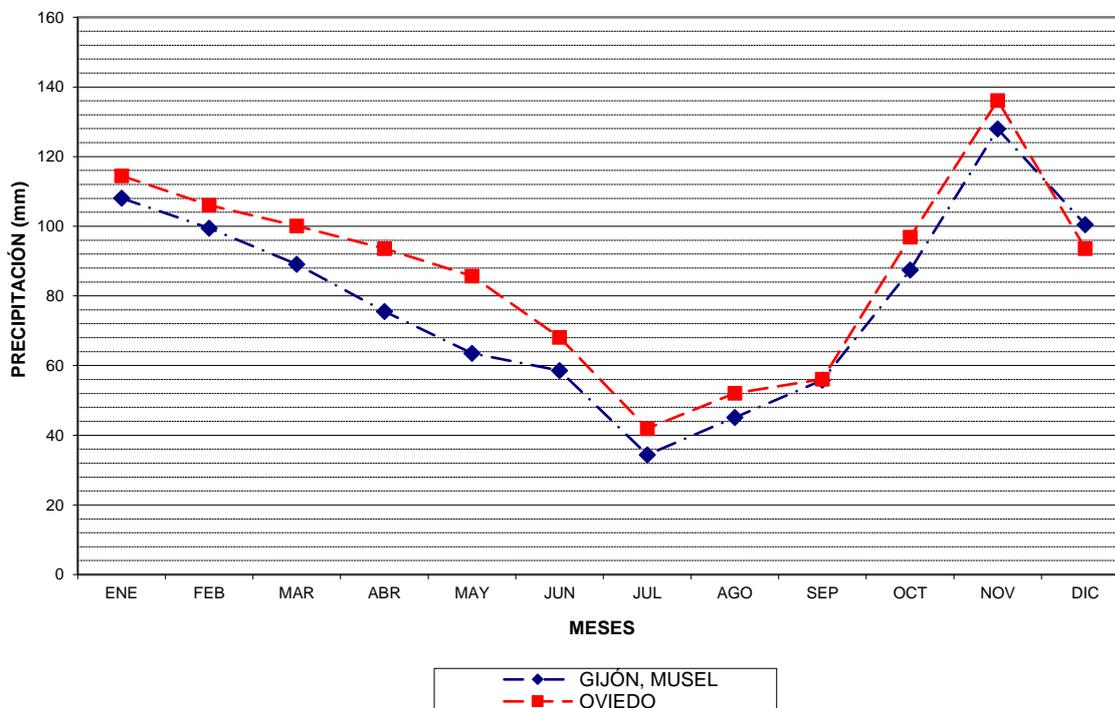


Figura 1. Evolución de la precipitación mensual media

A partir de la información anterior, es posible concluir lo siguiente:

- El valor de la precipitación media anual es similar en ambas estaciones, 945,5 mm en Gijón-Musel y 1044,8 mm en Oviedo, registrándose en esta última, valores ligeramente superiores en los meses de otoño. Comparando estas medias con la precipitación media peninsular – 684 mm*- se observa que son, alrededor de un 145 % de ésta, lo que da una idea de la humedad de la zona en estudio, que podría ocasionar retrasos importantes en la ejecución de las obras, que deberán ser tenidos en cuenta en la elaboración del plan de obra.
- En cuanto a la variación anual de la precipitación y del gráfico que la representa, se observa una clara similitud entre la evolución de las precipitaciones a lo largo del año entre ambas estaciones, produciéndose un mínimo en los meses de verano y un máximo en los meses de primavera y otoño.
- La variación mensual de la precipitación es bastante similar en ambas estaciones, produciéndose el mínimo en ambas en el mes de julio, con un 3,6% en Gijón- Musel y un 4,0% en Oviedo, y un máximo del 13,5% en el mes de noviembre para la primera y el 13,0% también en noviembre para la segunda.
- En lo que respecta a la variación estacional de la precipitación, se produce un descenso que en los meses de verano con un 14,3% tanto en Gijón-Musel y 14,4% en Oviedo; aunque no se trata de un descenso acusado con relación a los meses de primavera (20,9% y 23,7 %, respectivamente). El mayor ascenso se produce en los meses de otoño con un 33,4% en Gijón-Musel y algo menos en Oviedo con un 31,3%.

2.1.2. TEMPERATURA

La caracterización de la temperatura en el ámbito territorial del tramo del proyecto, se ha realizado a partir de los datos recogidos en las publicaciones de la *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*, para las estaciones termo-pluviométricas de Gijón y Oviedo, ambas en Asturias; los valores característicos más relevantes están reflejados en la Tabla 4. Caracterización mensual de la temperatura y en los gráficos de evolución incluidos posteriormente; a partir de éstos es posible concluir:

- La temperatura media anual es más suave en Gijón con 13,8°C que en Oviedo (12,9°C), dada su proximidad al mar. Para las dos estaciones el mes más frío es enero con una

* Valor medio de anual de la precipitación para el periodo de 56 años comprendido entre los años hidrológicos (de octubre a septiembre) 1940-1941 y 1995-1996. *Libro Blanco del Agua en España.* (Ministerio de Medio Ambiente)

temperatura media de 8,9 °C para Gijón y 8,0°C para Oviedo y el más cálido agosto con 19,7 °C y 18,7, respectivamente.

- La evolución termométrica a lo largo del año en ambas estaciones presenta una moderada oscilación. La diferencia de la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío es de 10,8 °C (19,7 °C – 8,9 °C) para Gijón y 10,7°C para Oviedo.
- Por lo que respecta a los valores medios de las temperaturas máximas y mínimas, en Gijón el valor máximo se alcanza en agosto con 23,2 °C, y el mínimo en enero con 4,7 °C. Asimismo, en la estación de Oviedo, el valor medio de las temperaturas máximas se alcanza en agosto con 22,8 °C y el mínimo en enero con 4,2 °C.

Tabla 4. Caracterización mensual de la temperatura

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperaturas medias mensuales (°C)	GIJÓN	8,9	9,6	10,7	11,8	14,3	16,9	19,2	19,7	17,9	15,0	11,6	9,9	13,8
	OVIEDO	8,3	8,7	10,5	11,3	13,9	16,7	18,7	19,1	17,6	14,6	10,9	8,9	13,3
Media de las Tas mínimas absolutas mensuales(°C)	GIJÓN	15,3	17,7	17,9	17,5	19,7	22,5	24,1	24,7	23,8	21,7	17,6	16,8	24,7
	OVIEDO	14,2	17,8	18,6	18,8	21,1	23,5	25,4	26,3	25,0	21,3	17,3	15,9	26,3
Valor medio de las Tas máximas (°C)	GIJÓN	1,1	2,5	3,9	5,4	8,6	11,5	12,9	14,3	12,0	9,5	5,1	3,3	1,1
	OVIEDO	1,7	2,4	2,9	3,6	6,3	10,1	12,4	12,3	10,0	7,0	4,8	1,7	1,7
Valor medio de las Tas mínimas (°C)	GIJÓN	14,2	15,2	14,0	12,1	11,1	11,0	11,2	10,4	11,8	12,2	12,5	13,5	23,6
	OVIEDO	12,5	15,4	15,7	15,2	14,8	13,4	13,0	14,0	15,0	14,3	12,5	14,2	24,6
Oscilación de los valores medios de las Tas máx y mín	GIJÓN	8,4	8,4	8,3	7,5	6,9	6,6	6,4	7,0	7,7	8,0	8,0	8,2	7,6
	OVIEDO	7,4	8,0	8,8	8,9	8,7	8,5	8,3	8,5	9,0	8,3	7,4	7,1	8,2

VALORES MEDIOS DE LA TEMPERATURA. ASTURIAS - GIJÓN.

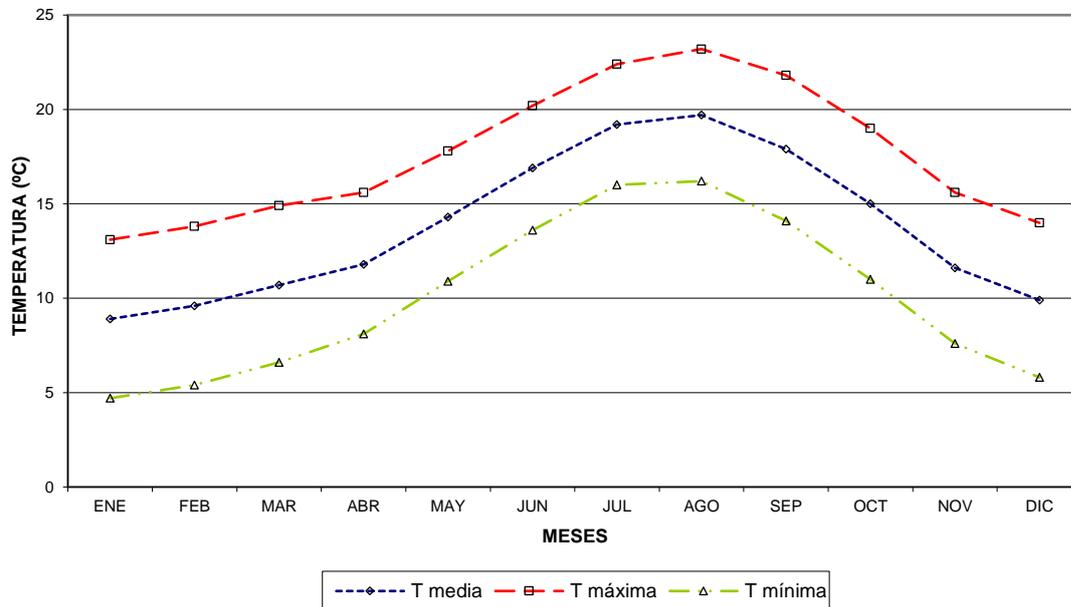


Figura 2. Valores medios de la temperatura. Asturias- Gijón

VALORES MEDIOS DE LA TEMPERATURA. OVIEDO

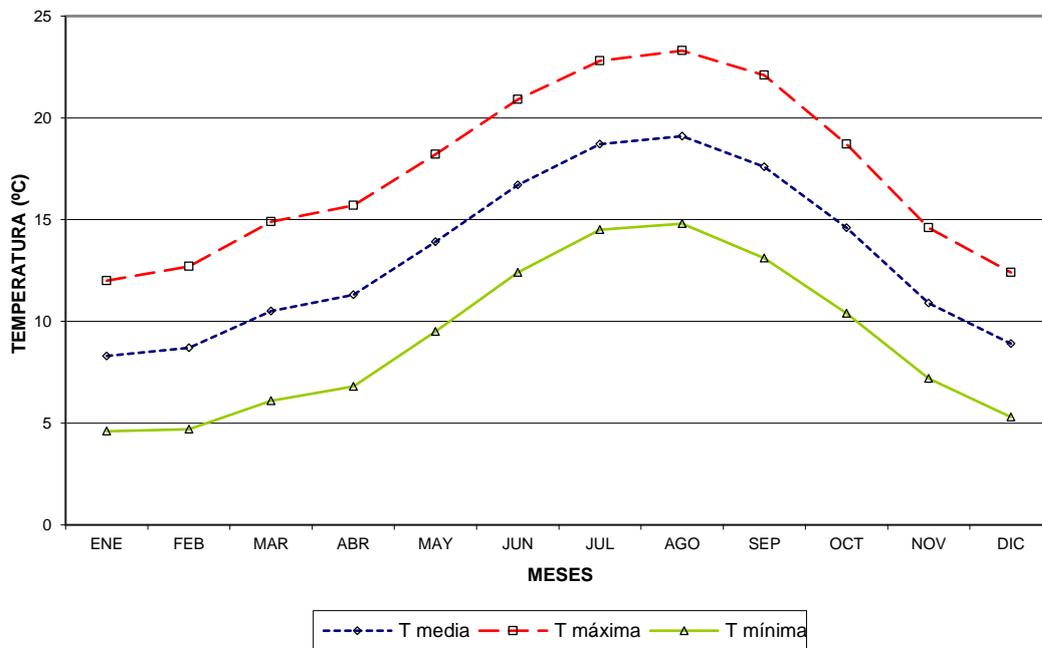


Figura 3. Valores medios de la temperatura. Oviedo

Por otra parte, a partir de los valores medios mensuales de la temperatura y la precipitación es posible definir el diagrama ombrotérmico de Gausson. Este tipo de diagrama elige para la representación gráfica una escala de precipitaciones en mm doble que la de temperatura en grados centígrados, según la hipótesis de Gausson (1954-1955) de equivalencia entre 2 mm de precipitación y 1 °C de temperatura.

Estos diagramas permiten establecer los periodos secos y su intensidad, considerándose que

- un mes es húmedo cuando la precipitación en mm es superior a 3 veces la temperatura media en grados centígrados
- un mes es semihúmedo cuando la precipitación en mm es superior a 2 veces la temperatura e inferior a 3 veces la temperatura media
- un mes es árido cuando la precipitación en mm es inferior a 2 veces la temperatura media en grados centígrados.

Por lo que para las dos estaciones consideradas - cuyos diagramas se incluyen a continuación y donde la zona rayada representa los meses semihúmedos -, se deduce que ambas carecen de periodos áridos, produciéndose en Gijón un periodo semihúmedo entre los meses de junio y agosto y en Oviedo, el periodo semihúmedo es prácticamente inexistente y se produce en julio y agosto, siendo el resto de los meses húmedos.

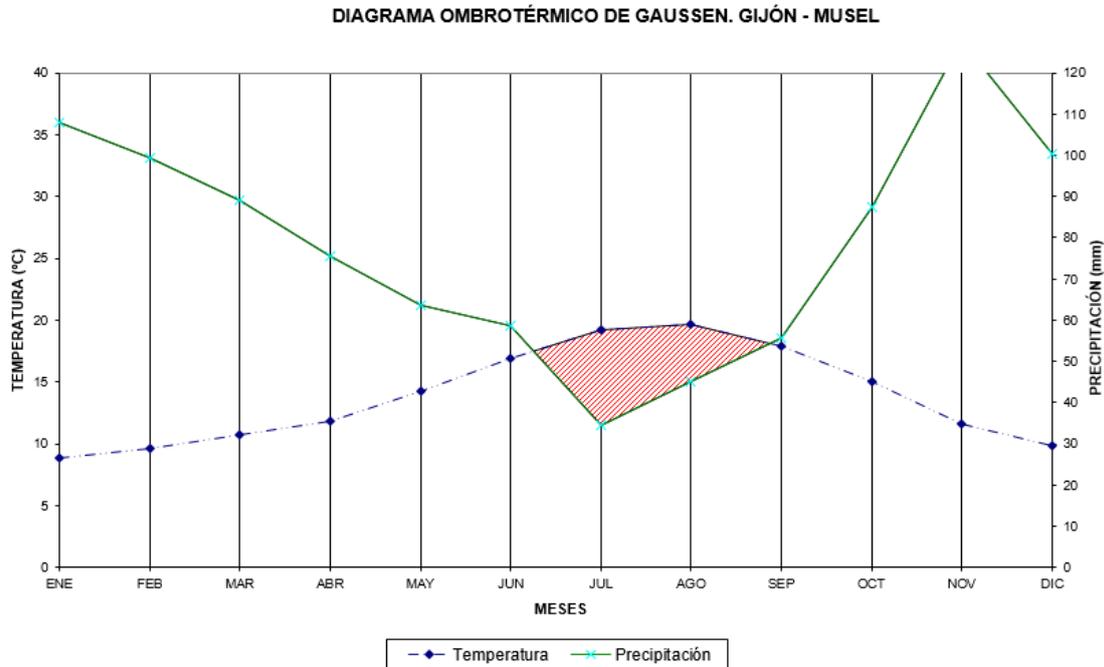


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de Gausson. Gijón-Musel

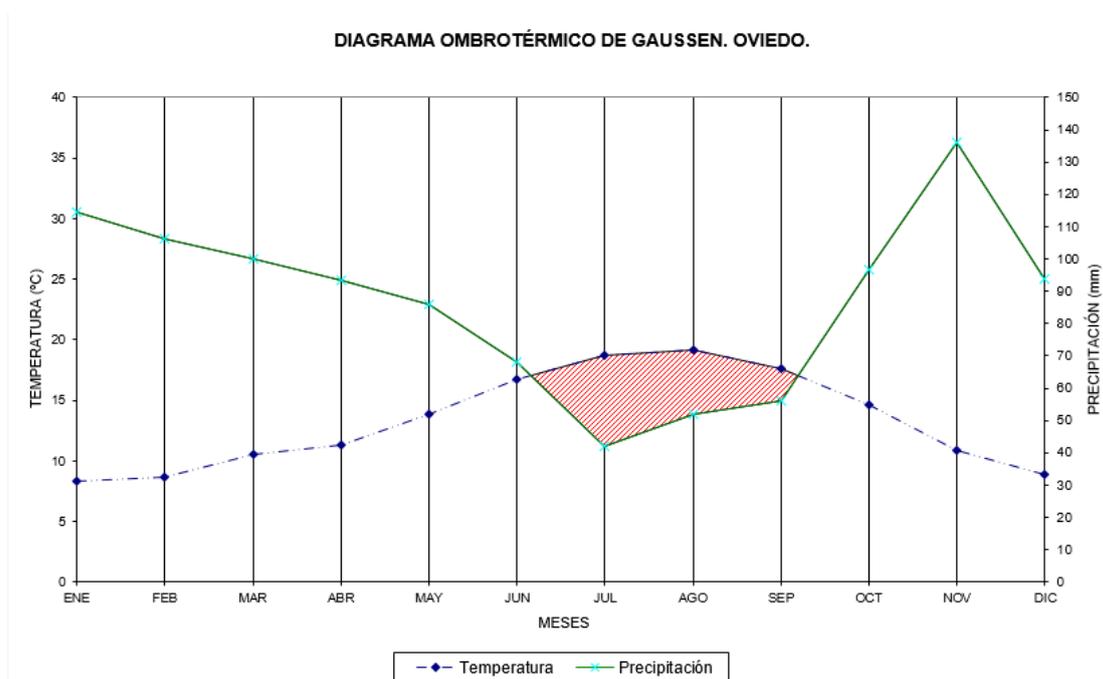


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Gausсен. Oviedo

2.1.3. DIVERSOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

En la Tabla 5. Número de días de diversos fenómenos meteorológicos se incluyen para las estaciones mencionadas de Gijón y Oviedo, los valores medios mensuales del número de días en los que se han producido diversos fenómenos meteorológicos relacionados con la precipitación. Se trata, en concreto, de los días en que se ha producido lluvia, nieve, tormenta, y niebla.

Tabla 5. Número de días de diversos fenómenos meteorológicos

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Días de lluvia	GIJÓN, MUSEL	14	12	12	11	10	7	6	7	7	10	14	12	121
	OVIEDO	14	12	12	12	12	9	7	8	7	11	13	11	126
Días de nieve	GIJÓN, MUSEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	OVIEDO	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Días de tormenta	GIJÓN, MUSEL	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	13
	OVIEDO	1	1	1	2	3	3	1	2	2	1	1	0	17
Días de niebla	GIJÓN, MUSEL	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	11
	OVIEDO	7	6	8	9	11	12	9	10	9	11	9	6	108

Con estos valores se puede constatar lo siguiente:

- Los datos de precipitación en ambas estaciones son muy similares con una media anual de 121 y 126 días de lluvia para Gijón- Musel y Oviedo, respectivamente, lo que representa más de un 33% de días de lluvia anuales. Aunque la distribución de la lluvia es bastante

homogénea a lo largo del año, se produce un mínimo en los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) donde varía de 6 a 7 en Gijón – Musel y de 7 a 9 para Oviedo.

- Los días de tormenta se contabilizan principalmente en las estaciones de primavera y verano, oscilando de 1 a 3 días, según los meses.
- El fenómeno de niebla, al igual que los de rocío y escarcha, es de gran ayuda a la agricultura, puesto que estos meteoros suponen que se deposita, a veces en cantidades apreciables, agua en el suelo, en las plantas y en general en los objetos expuestos al aire libre. La media anual de días de niebla es baja en Gijón-Musel con 11 días y muy elevada en Oviedo con 108 días al año, correspondiendo el valor máximo de los medios mensuales a los meses de mayo a octubre.

2.1.4.INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD

La Tabla 6.Caracterización de la Insolación y Nubosidad incluye la caracterización de la insolación y nubosidad en la estaciones meteorológicas de Gijón y Oviedo, a partir de los valores mensuales y diarios de las horas de insolación y el número de días despejados.

Tabla 6.Caracterización de la Insolación y Nubosidad

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Horas de sol mensuales	GIJÓN	103	109	137	151	167	180	194	190	158	132	106	92	1719
	OVIEDO	115	122	153	160	167	167	177	176	166	138	109	105	1755
% sobre la insolación teórica	GIJÓN	35,7	37,1	37,5	37,8	36,9	39,2	41,4	43,8	41,8	38,4	36,1	33,0	38,6
	OVIEDO	39,9	41,5	41,8	40,1	36,9	36,4	37,8	40,6	43,9	40,1	37,1	37,6	39,4
Horas de sol diarias	GIJÓN	3,3	3,9	4,4	5,0	5,4	6,0	6,3	6,1	5,3	4,3	3,5	3,0	4,7
	OVIEDO	3,7	4,4	4,9	5,3	5,4	5,6	5,7	5,7	5,5	4,5	3,6	3,4	4,8
Días despejados	GIJÓN	3,0	2,0	3,0	2,0	1,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	34,0
	OVIEDO	3,4	2,8	3,2	1,7	1,5	2,2	2,3	2,5	3,1	2,3	2,6	3,6	31,2

La insolación en la zona puede considerarse moderadamente baja, con un promedio anual de 1.719 horas, lo que representa un 38,6% de la insolación teórica en Gijón, y 1.711 horas de sol en Oviedo, que corresponden a un 38,4% de la insolación teórica. En la evolución temporal de la insolación a lo largo del año se observa un máximo considerable en verano en los meses de junio, julio y agosto, siendo más alto en Gijón, donde por el contrario en el resto de los meses es inferior a los valores de Oviedo.

En la siguiente gráfica, se representan las horas de sol mensuales de las estaciones seleccionadas.

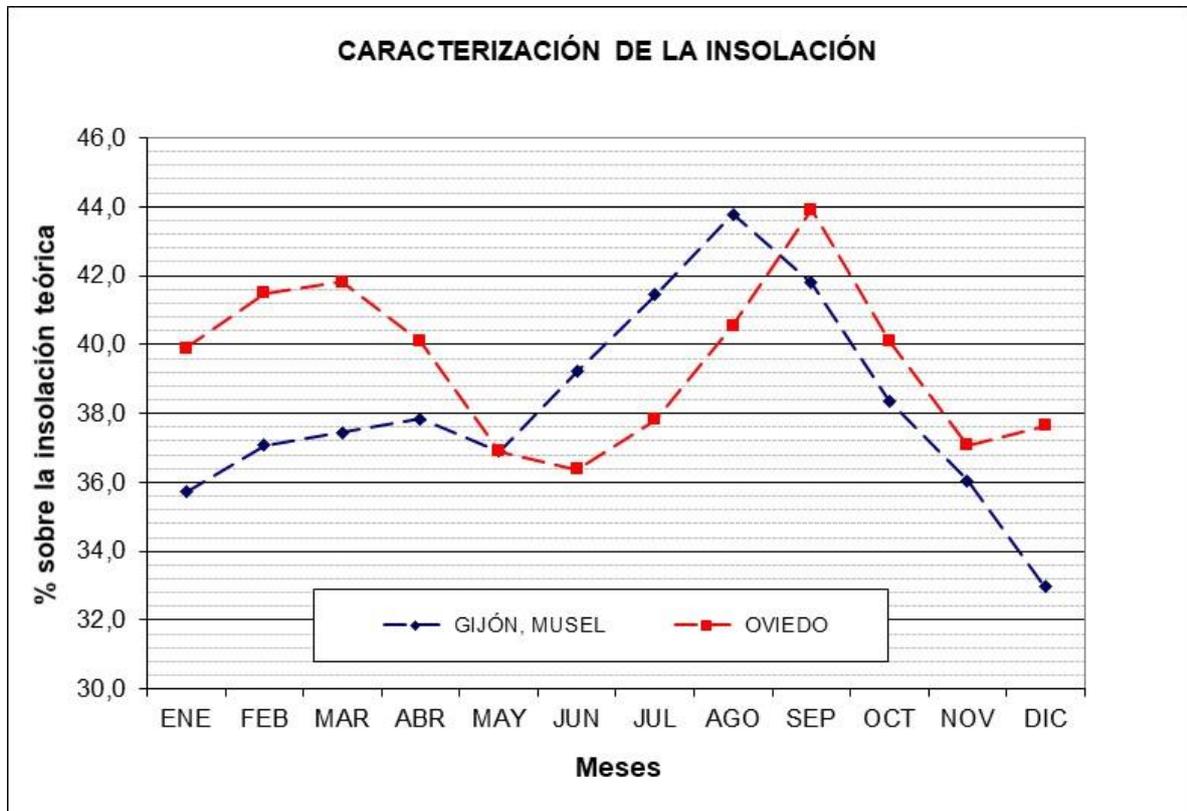


Figura 6. Caracterización de la insolación

2.1.5. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

Los valores medios mensuales correspondientes al periodo 2001-2018 y la evolución de la humedad relativa a lo largo del año de las estaciones meteorológicas seleccionadas, se pueden apreciar en la tabla siguiente y el gráfico que le acompaña.

Tabla 7. Humedad relativa del aire

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Humedad relativa del aire (%)	GIJÓN	78,0	77,0	76,0	76,0	79,0	79,0	80,0	80,0	80,0	81,0	81,0	80,0	78,9
	OVIEDO	76,0	75,0	74,0	76,0	78,0	79,0	79,0	80,0	78,0	79,0	79,0	77,0	77,5

VALORES MEDIOS DE LA HUMEDAD RELATIVA.

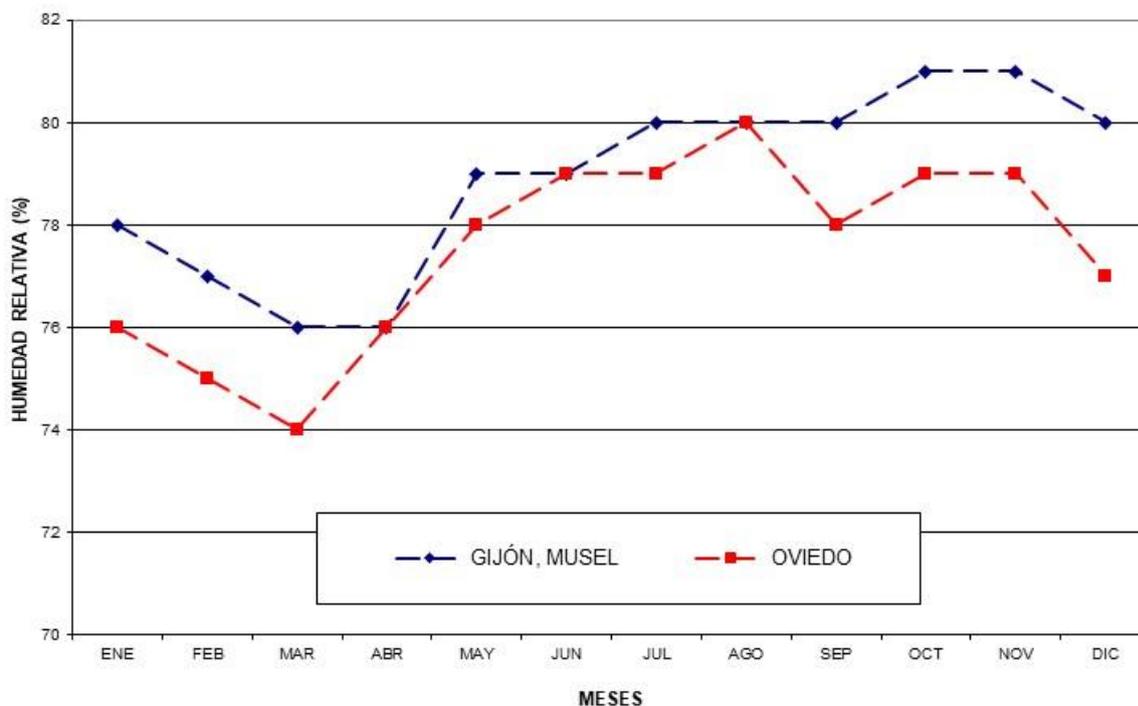


Figura 7. Valores medios de la humedad relativa

En cuanto a los valores de la humedad relativa y concretamente de la representación gráfica de éstos, se aprecian valores prácticamente constantes con poca variación en los meses extremos de un 5% para Gijón y una 6% para Oviedo. En Gijón se alcanza el máximo en los meses de otoño, concretamente en octubre y noviembre con un valor de 81% y el mínimo a finales del invierno y comienzo de la primavera (marzo y abril) con un 76%. Por el contrario, en Oviedo se alcanza el máximo en los meses estivales con un 80 % y el mínimo en invierno (febrero y marzo), con un 74%.

2.1.6. INCIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal y como se recoge en el documento de revisión y actualización de la EPRI, 2º ciclo de la D.H. Cantábrico Occidental, el estudio de los efectos del cambio climático en las inundaciones pluviales y fluviales es muy complejo, puesto que las variables que lo condicionan son múltiples e interrelacionadas entre sí, por lo que la incertidumbre existente es muy importante.

En la metodología utilizada para la estimación de la afección del cambio climático se consideró en dicha EPRI un periodo de retorno de 100 años, que coincide con el periodo de retorno de diseño del proyecto que estamos tratando.

Así mismo en el estudio análisis se analizaron cambios en la precipitación por encima del percentil 83 del rango, para ver si la precipitación en un futuro es diferente de la precipitación en el periodo de control, estimando incrementos entre el 15 y 20% en la zona del proyecto (Villaviciosa) tanto para para RCP 4.5, como para RCP 8.5 (escenarios de emisión de gases de efecto invernadero propuestos por el IPCC). Siendo el umbral obtenido como resultado del análisis para la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental del 20.05%.

Para el caso del proyecto que estamos diseñando y para poder tener en cuenta esta posible afección se realizará el diseño para unos datos de precipitación para el periodo de retorno de 100 años considerada para el cálculo, obtenido del documento de “Máximas llluvias diarias en la España Peninsular”, comparando con la precipitación de las medias obtenidas de los datos de la AEMET.

Una vez realizado el diseño, se dejará un resguardo de al menos el correspondiente al incremento del 20% de precipitación para cumplir con esta estimación de incremento de caudal como consecuencia del cambio climático, comprobando que el diseño del cauce receptor es capaz de absorber dicho caudal.

2.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

2.2.1. ÍNDICE DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Con objeto de caracterizar el clima imperante en el entorno de proyecto se ha procedido a la determinación de los índices comúnmente aceptados para tal cometido; en concreto, se trata del índice de aridez de Martonne, el termo-pluviométrico de Dantín-Revenga, el de pluviosidad de Lang y el de sequedad estival de Giacobbe.

2.2.1.1. Propiedad Índice de aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne se define mediante la siguiente expresión:

$$I_A = P/(T+10)$$

donde:

I_A : Índice de aridez anual

P: Precipitación media anual (mm)

T: Temperatura media anual (°C)

Este índice se puede expresar mensualmente como:

$$i_A = 12 p/(t+10)$$

siendo:

i_A : Índice de aridez mensual

p: Precipitación media mensual (mm)

t: Temperatura media mensual (°C)

La existencia de aridez se denota, tanto a nivel anual como mensual, cuando el valor del índice es inferior a 20. Los tipos de zonas que se distinguen para los rangos de variación de este índice son los siguientes:

I _A	TIPO DE ZONA
0-5	Desiertos
5-10	Semidesiertos
10-20	Semiárida tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

En el caso del ámbito territorial de proyecto, utilizando los valores de las estaciones de Gijón y Oviedo, se obtienen los resultados del índice de aridez siguientes:

Tabla 8. Valores del Índice de aridez de Martonne

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media mensual (mm)	GIJÓN, MUSEL	108,1	99,5	89,1	75,5	63,6	58,6	34,4	45,1	55,8	87,4	127,9	100,5	945,4
	OVIEDO	114,5	106,1	100,1	93,6	85,7	68,1	41,9	52,1	56,1	96,9	136,1	93,6	1044,8
Temperatura media mensual (°C)	GIJÓN, MUSEL	8,9	9,6	10,7	11,8	14,3	16,9	19,2	19,7	17,9	15,0	11,6	9,9	13,8
	OVIEDO	8,3	8,7	10,5	11,3	13,9	16,7	18,7	19,1	17,6	14,6	10,9	8,9	13,3
Índice de aridez	GIJÓN, MUSEL	68,6	60,9	51,6	41,6	31,4	26,1	14,1	18,2	24,0	42,0	71,1	60,6	39,7
	OVIEDO	75,1	68,1	58,6	52,7	43,0	30,6	17,5	21,5	24,4	47,3	78,2	59,4	44,9

Con esto, a nivel anual la zona – en cuanto a las dos estaciones estudiadas se refiere -, se encuentra clasificada como **Húmeda**.

En cuanto a los índices mensuales, la mayoría presenta unos valores que definen las zonas húmedas, a excepción del mes de enero, febrero noviembre y diciembre que presenta un índice de zona perhúmeda en Gijón –Musel y enero, febrero, y noviembre en Oviedo. También observamos un índice de aridez correspondiente a una zona Semiárida tipo mediterráneo, si bien estos datos mensuales son prácticamente anecdóticos, ya que claramente se trata de zonas húmedas.

2.2.1.2. Índice termopluviométrico de Dantín-Revenga

Al igual que el índice de Martonne, el de Dantín-Revenga, se emplea para discriminar la aridez climática en función de la temperatura y precipitación media, y tiene la siguiente expresión:

$$I_{TP} = 100 \frac{T}{P}$$

donde:

T: Temperatura media anual (°C)

P: Precipitación media anual (mm)

Los tipos de zonas asociadas a los rangos de este índice son los que figuran a continuación:

ITP	TIPO DE ZONA
0-2	Húmeda
2-3	Semiárida
3-6	Árida
>6	Subdesértica

Para los valores correspondientes a las estaciones de Gijón -Musel y Oviedo, se obtienen los siguientes resultados del índice termopluviométrico:

Tabla 9. Valores del Índice Termopluviométrico de Dantín Revenga

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR ANUAL
Temperatura media (°C)	GIJÓN, MUSEL	13,8
	OVIEDO	13,3
Precipitación media (mm)	GIJÓN, MUSEL	945,4
	OVIEDO	1044,8
Índice de terpluviométrico	GIJÓN, MUSEL	1,5
	OVIEDO	1,3

Por lo tanto, según los geógrafos españoles J. Dantín Cereceda y A. Revenga Carbonell ambas estaciones tienen índices correspondientes a una **zona Húmeda**.

2.2.1.3. Índice de pluviosidad de Lang

El índice de Lang se refiere a la aridez del clima, y se define mediante la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{P}{T}$$

teniendo P y T el mismo significado que en el caso de los índices anteriores.

En este caso los tipos de zonas delimitadas por el valor del índice son:

IP	TIPO DE ZONA
0-20	Desiertas
20-40	Áridas
40-60	Húmedas de estepa y sabana
60-100	Húmedas de bosques claros
100-160	Húmedas de grandes bosques
>160	Perhúmedas con prados y tundras

Los valores del índice resultantes para cada una de las estaciones seleccionadas son los siguientes:

Tabla 10. Valores del Índice de Lang

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR ANUAL
Temperatura media (°C)	GIJÓN, MUSEL	13,8
	OVIEDO	13,3
Precipitación media (mm)	GIJÓN, MUSEL	945,4
	OVIEDO	1044,8
Índice de pluviosidad	GIJÓN, MUSEL	68,5
	OVIEDO	78,8

Según el índice de Lang, ambas estaciones estarán incluidas en la **zona Húmedas de bosques claros**.

2.2.1.4. Índice de sequedad estival de Giacobbe

Al igual que los anteriores, el índice de Giacobbe se emplea para estudiar la aridez climática, considerando en este caso el periodo estival, y se define por la expresión:

$$I_g = \frac{Pe}{t_{MC}}$$

donde:

I_g : Índice de Giacobbe

PE: Precipitación estival (mm)

t_{mc}: Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)

La calificación del clima atendiendo al valor de este índice se ajusta a lo siguiente:

I _G	TIPO DE ZONA
0 - 3	Sequía estival acusada
3 - 4,5	Sequía estival moderada
> 4,5	Sequía inexistente

Para las estaciones de la zona se obtiene:

Tabla 11. Valores del Índice de Aridez de Giacobbe

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR ANUAL
Precipitación estival (mm)	GIJÓN, MUSEL	135,3
	OVIEDO	150,1
Media de las temperaturas máximas del mes más cálido (°C)	GIJÓN, MUSEL	23,2
	OVIEDO	23,3
Índice de sequedad estival	GIJÓN, MUSEL	5,8
	OVIEDO	6,4

A la luz de lo anterior, ambas estaciones tiene asociado un **índice de sequía inexistente**.

2.2.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Se procede a continuación a efectuar una primera clasificación del clima imperante en la zona del Proyecto siguiendo la metodología de Köppen, que consiste en realizar, a partir de valores característicos de temperaturas y precipitaciones, sucesivas discriminaciones en grupos y subgrupos climáticos y una tercera subdivisión que matiza el tipo de verano, invierno o periodo seco. En los siguientes cuadros se recogen los valores de temperaturas y precipitaciones a utilizar, obtenidos de las dos estaciones meteorológicas seleccionadas.

VALORES CARACTERÍSTICOS DE LA TEMPERATURA (°C)			
ESTACIÓN	T	T ₁	T ₁₂
GIJÓN, MUSEL	13,8	8,9	19,7
OVIEDO	13,3	8,3	19,1

T: Temperatura media anual
t₁ : Temperatura media del mes más frío
t₁₂: Temperatura media del mes más cálido

VALORES CARACTERÍSTICOS DE LA PRECIPITACIÓN (cm)								
ESTACIÓN	P	P _M	P _{F6}	P _{C6}	P _{FM}	P _{Fm}	P _{CM}	P _{Cm}
GIJÓN, MUSEL	94,54	3,44	60,05	34,49	12,79	7,55	8,74	3,44
OVIEDO	104,48	4,19	64,40	40,08	13,61	9,36	9,69	4,19

<p>P: Precipitación media anual</p> <p>P_m: Precipitación media del mes más seco</p> <p>P_{F6}: Suma de la precipitación media de los seis meses más fríos</p> <p>P_{C6}: Suma de la precipitación media de los seis meses más cálidos</p> <p>P_{FM}: Máximo de la precipitación media de los seis meses más fríos</p> <p>P_{Fm}: Mínimo de la precipitación media de los seis meses más fríos</p> <p>P_{CM}: Máximo de la precipitación media de los seis meses más cálidos</p> <p>P_{Cm}: Mínimo de la precipitación media de los seis meses más cálidos</p>
--

La clasificación climática de Köppen, en las tres categorías sucesivas que considera, se realiza en función de los anteriores valores característicos según los criterios que se exponen a continuación:

GRUPO CLIMÁTICO			
A: Tropical lluvioso:	$t_1 > 18\text{ °C}$		
B: Seco:	$P < 2 \cdot T$	y	$P_{F6} > 0,7 \cdot P$
	$P < 2 \cdot T + 28$	y	$P_{C6} > 0,7 \cdot P$
	$P < 2 \cdot T + 14$		
C: Templado húmedo	$-3\text{ °C} < t_1 \leq 18\text{ °C}$	y	$t_{12} > 10\text{ °C}$
D: Frío	$t_1 \leq -3\text{ °C}$		$t_{12} > 10\text{ °C}$
E: Polar	$t_{12} < 10\text{ °C}$		
SUBGRUPO CLIMÁTICO			
s: Veranos secos (grupo A, C o D):	$P_{FM} > 3 \cdot P_{Cm}$		
w: Inviernos secos (grupo A, C o D):	$P_{CM} > 10 \cdot P_{Fm}$		
f: Sin estación seca	$P_m \geq 6$ (grupo A)		
	ni s ni w (grupo C o D)		
m: Monzón (grupo A):	$10 - 0,04 \cdot P \leq P_m \leq 6$		
W: Desierto (grupo B):	$P_{F6} > 0,7 \cdot P$	y	$P < T$
	$P_{C6} > 0,7 \cdot P$	y	$P \leq T + 14$
	P uniforme	y	$P \leq T + 7$
S: Estepa (grupo B):	$P_{F6} > 0,7 \cdot P$	y	$T \leq P \leq 2 \cdot T$
	$P_{C6} > 0,7 \cdot P$	y	$T + 14 \leq P \leq 2 \cdot T + 28$
	P uniforme	y	$T + 7 \leq P \leq 2 \cdot T + 14$
T: Tundra (grupo E):	$0\text{ °C} \leq T \leq 10\text{ °C}$		
E: Hielo perpetuo (grupo E):	$T < 0\text{ °C}$		

SUBDIVISIÓN CLIMÁTICA	
a: Veranos calurosos (grupo C o D):	$t_{12} > 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$
b: Veranos cálidos (grupo C o D):	$t_9 > 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
c: Veranos cortos y frescos (grupo C o D):	$t_{10} > 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
d: Inviernos muy fríos (grupo D):	$t_1 < -38 \text{ }^{\circ}\text{C}$
h: Seco y caluroso (grupo B):	$T > 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$
k: Seco y frío (grupo B):	$T < 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$

(t_i indica el valor de la temperatura media mensual que ocupa el puesto i en la ordenación creciente de dichos valores)

Aplicando estos criterios de clasificación a los valores característicos correspondientes a la zona del Proyecto se obtiene lo siguiente:

- **Grupo climático:** Ambas estaciones cumplen las condiciones: $-3 \text{ }^{\circ}\text{C} < t_1 \leq 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $t_{12} > 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que se encuentran dentro del **Grupo C-Templado - Húmedo**.
- **Subgrupo climático:** En este caso ambas estaciones se encuentran dentro del **subgrupo climático f-sin estación seca**, dado que pertenecen al grupo climático C y no verifican las condiciones $P_{FM} > 3 \cdot P_{CM}$, ni $P_{CM} > 10 \cdot P_{FM}$
- **Subdivisión climática:** como en ambas estaciones $t_9 > 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, corresponden a la **Subdivisión b – Veranos cálidos**.

En definitiva, según la clasificación climática de Köppen ambas estaciones meteorológicas se encuentran situadas en una zona con un clima tipo **Cfb- Templado Húmedo – sin estación seca y veranos cálidos**.

2.2.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS

2.2.3.1. Introducción

El método de clasificación de J. Papadakis caracteriza el clima desde un punto de vista agroecológico, utilizando fundamentalmente parámetros basados en valores extremos de las variables climatológicas, a diferencia de otros tipos de clasificaciones que utilizan valores medios.

Según esta metodología los límites de separación entre los distintos tipos climáticos se corresponden con los que se verifican naturalmente para determinados cultivos. A este respecto resultan especialmente relevantes los siguientes factores: calor estival, frío invernal, nivel de aridez y distribución anual de la misma.

El procedimiento de Papadakis consiste en encuadrar las características climáticas de la zona analizada en un tipo de invierno y un tipo de verano, a partir de los cuales se establece el régimen térmico correspondiente. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua en el

suelo se determina el régimen hídrico; finalmente, en función de los tipos de régimen térmico e hídrico obtenidos se establece la unidad y subunidad climática a que corresponden.

2.2.3.2. Tipos de invierno y verano

La determinación del tipo de invierno y de verano se realiza a partir de una serie de parámetros indicadores correspondientes a las condiciones limitativas de determinados cultivos, clasificados según sus limitaciones de calor o rigor.

Tanto los tipos de invierno como los de verano están ordenados de más cálidos a más fríos; en caso de que las condiciones de una zona supongan que sea muy fresca para un tipo, no cumpliendo alguna condición, y muy cálida para el siguiente tipo, superando alguna condición, se establece su clasificación en este último tipo.

En los cuadros que se incluyen a continuación se caracterizan los tipos de invierno y de verano considerados en la clasificación de Papadakis.

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE INVIERNO				
TIPO		T _{mf}	t _{mf}	t _{mf}
Ecuatorial				
Ec		> 7	> 18	
Tropical				
Tp	cálido	> 7	13 a 18	> 21
tP	medio	> 7	8 a 13	> 21
tp	fresco	> 7		< 21
Citrus				
Ct	tropical	- 2,5 a 7	> 8	> 21
Ci		- 2,5 a 7		10 a 21
Avena				
Av	cálido	-10 a 2,5	> - 4	> 10
av	fresco	> - 10		5 a 10
Triticum				
Tv	avena-trigo	-29 a -10		> 5
Ti	cálido	> -29		0 a 5
ti	fresco	> -29		< 0
Primavera				
Pr	más cálido	< -29		> -17,8
pr	más fresco	< -29		< -17,8

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE INVIERNO			
TIPO	T_{mf}	t_{mf}	t_{Mf}
T_{mf} : Valor medio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío (°C) t_{mf} : Temperatura mínima media del mes más frío (°C) t_{Mf} : Temperatura máxima media del mes más frío (°C)			

En el caso concreto de la zona de influencia de proyecto, los valores asociados a los parámetros que se deben tener en cuenta para la determinación del tipo de invierno son los siguientes:

Tabla 12. Parámetros para la determinación del tipo de invierno. Clasificación de Papadakis

CARACTERÍSTICA	VALOR ANUAL	
	GIJÓN	OVIEDO
Valor medio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío (°C)	1.1	1.7
Temperatura mínima media del mes más frío (°C)	4.7	4.6
Temperatura máxima media del mes más frío (°C)	13.1	12.0

Por lo tanto, el **tipo de invierno** asociado a las estaciones consideradas es el denominado **Av, avena cálido**, ya que se verifica para ambas:

$$T_{mf} \text{ de } -10 \text{ °C a } 2.5 \text{ °C}$$

$$t_{mf} > -4 \text{ °C}$$

$$t_{Mf} > 10 \text{ °C}$$

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE VERANO					
TIPO	Duración de la estación libre de heladas	t_{Mi}	t_{Mc}	t_{mc}	t_{m2c}
Gossypium (algodón)					
G (más cálido)	$N_m > 4,5$	$t_{M6} > 25$	$> 33,5$		
g (menos cálido)	$N_m > 4,5$	$t_{M6} > 25$	$< 33,5$	> 20	
Cafeto (café)					
c	$N_m = 12$	$t_{M6} > 21$	$< 33,5$	< 20	
Oryza (arroz)					
O	$N_m > 4$	$25 > t_{M6} > 21$			

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE VERANO					
TIPO	Duración de la estación libre de heladas	t_{mi}	t_{Mc}	t_{mc}	t_{m2c}
Maize (maíz)					
M	$N_d > 4,5$	$t_{M6} > 21$			
Triticum (trigo)					
T (más cálido)	$N_d > 4,5$	$t_{M6} < 21$ $t_{M4} > 17$			
t (menos cálido)	$2,5 < N_d < 4,5$	$t_{M4} > 17$			
Polar cálido (taiga)					
P	$N_d < 2,5$	$t_{M4} > 10$			5
Polar frío (tundra)					
p	$N_d < 2,5$	$t_{M2} > 6$			
Frígido					
F (desértico subglacial)		$t_{M2} < 6$	> 0		
f (helada permanente)			< 0		
Andino-alpino					
A (alpino bajo)	$N_d < 2,5$ $N_n > 1$	$t_{M4} > 10$			
a (alpino alto)	$N_n < 1$	$t_{M4} > 10$			
<p>N_m: Número de meses mínimo ($T_{mf} > 7^\circ\text{C}$) N_d: Número de meses disponibles $T_{mf} > 2^\circ\text{C}$) N_n: Número de meses medio ($T_{mf} > 0^\circ\text{C}$) t_{Mi}: Temperatura máxima media de los i meses más cálidos ($^\circ\text{C}$) t_{Mc}: Temperatura máxima media del mes más cálido ($^\circ\text{C}$) t_{mc}: Temperatura mínima media del mes más cálido ($^\circ\text{C}$) t_{m2c}: Temperatura mínima media de los dos meses más cálidos ($^\circ\text{C}$)</p>					

Por lo que respecta al tipo de verano, se obtienen los siguientes valores:

Tabla 13. Parámetros para la determinación del tipo de Verano. Clasificación de Papadakis

CARACTERÍSTICA		VALOR ANUAL	
		GIJÓN - MUSEL	OVIEDO
Número de meses mínimo ($T_{mf} > 7^\circ\text{C}$)	Nm	6,0	4,0

CARACTERÍSTICA		VALOR ANUAL	
		GIJÓN - MUSEL	OVIEDO
Número de meses disponibles ($T_{mf} > 2^{\circ}\text{C}$)	Nd	11,0	10,0
Número de meses medio ($T_{mf} > 0^{\circ}\text{C}$)	Nn	12,0	12,0
Media de las temperaturas máximas medias de los 6 meses más cálidos ($^{\circ}\text{C}$)	tm6	20,7	21,0
Media de las temperaturas máximas medias de los 4 meses más cálidos ($^{\circ}\text{C}$)	tm4	21,9	22,3
Media de las temperaturas máximas medias de los 2 meses más cálidos ($^{\circ}\text{C}$)	tm2	22,8	23,1
Temperatura máxima media del mes más cálido ($^{\circ}\text{C}$)	tMc	23,2	23,3
Temperatura mínima media del mes más cálido ($^{\circ}\text{C}$)	tmc	16,2	14,8
Temperatura mínima media de los dos meses más cálidos ($^{\circ}\text{C}$)	tm2c	16,1	14,7

De lo que se deduce que en el **tipo de verano** que corresponde a ambas estaciones es el denominado **T – Trigo más cálido**, al verificarse:

$$N_d > 4,5$$

$$t_{m6} < 21 \text{ y } t_{m4} > 17$$

2.2.3.3. Régimen térmico

Una vez determinados los tipos de invierno y de verano que corresponden a la zona analizada, se obtiene directamente el tipo de régimen térmico que se deduce de la combinación de los mismos, a partir de la relación de equivalencias que se recoge en el siguiente cuadro.

EQUIVALENCIA DE LOS RÉGIMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE INVIERNO Y VERANO		
RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
Ecuatorial:		
EQ (cálido)	Ec	G
Eq (semicálido)	Ec	g
Tropical:		
TR (cálido)	Tp	G
Tr (semicálido)	Tp	g
tR (cálido con invierno fresco)	tP	G, g
tt (fresco)	tp	O, g

EQUIVALENCIA DE LOS REGIMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE INVIERNO Y VERANO		
RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
Tierra templada:		
Tt (tierra templada)	Tp, tP, tp	c
tt (tierra templada fresca)	tp	T
Tierra fría:		
TF (tierra fría baja) (1)	Ct o más frío	g
Tf (tierra fría media) (1)	Ci o más frío	O, M
tf (tierra fría alta) (1)	Ci o más frío	T, t
Andino:		
An (bajo) (1)	Ti o más suave	A
an (alto) (1)	Ti o más suave	a
aP (taiga andina) (1)	Ti o más suave	P
ap (tundra andina) (1)	Ti o más suave	p
aF (desierto subglacial andino) (1)	Ti o más suave	F
Subtropical:		
Ts (semitropical)	Ct	G, g
SU (subtropical cálido)	Ci, Av	G
Su (subtropical semicálido) (2)	Ci	g
Marítimo:		
Mm (supermarítimo) (3)	Ci	T
MA (marítimo cálido) (3)	Ci	O, M
Ma (marítimo fresco) (3)	av	T
ma (marítimo frío) (3), (4)	av, Ti	P
mp (tundra marítima) (3)	Ti	p
mF (desierto subglacial marítimo) (3)	Ti	F
Templado:		
TE (cálido) (TE ₁ , TE ₂)	Tv, av, Av	M, O
Te (fresco)	ti, Ti	T
te (frío)	ti, Ti	t
Pampeano - Patagoniano:		
PA (pampeano) (3), (5)	Av	M
Pa (patagoniano) (3)	Tv, av, Av	t
pa (patagoniano frío) (3), (6)	Ti, av	P
Continental:		
CO (cálido) (7)	Av o más frío	g, G
Co (semicálido)	Ti o más frío	M, O
co (frío)	pr, Pr	t
Polar:		
Po (taiga)	ti o más frío	P
po (tundra)	ti o más frío	p
Fr (desértico subglacial)	ti o más frío	F
fr (hielo permanente)	ti o más frío	f

EQUIVALENCIA DE LOS RÉGIMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE INVIERNO Y VERANO		
RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
Alpino:		
Al (bajo) (3)	Pr, Ti, ti	A
al (alto) (3)	Pr, Ti, ti	a
(1) El mes con la evapotranspiración potencial más elevada es anterior o es el del solsticio de verano. (2) No puede ser TF. (3) El mes con la evapotranspiración potencial más elevada es posterior al solsticio de verano y el régimen de humedad no es monzónico. (4) Estación libre de heladas disponible > 2,5 meses. (5) Media de las máximas de los seis meses más cálidos > 25°C. (6) Estación libre de heladas disponible < 2,5 meses. (7) No se incluye la combinación de invierno Av con verano G.		

Se comprueba así que el **régimen térmico** en ambas estaciones **Ma – Marítimo fresco**.

2.2.3.4. Régimen de humedad

La clasificación del régimen de humedad se basa en el concepto de aridez y su distribución anual, definiéndose para su determinación los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad anual: } I_{ha} = P_a / ETP_a$$

$$\text{Índice de humedad mensual: } I_{hm} = P_m / ETP_m$$

$$\text{Agua de lavado: } L_n = \sum (P_m - ETP_m) \text{ cuando } I_{hm} > 1$$

Siendo P_a y P_m la precipitación media anual y mensual (mm), respectivamente, y ETP_a y ETP_m la evapotranspiración media anual y mensual (mm).

La clasificación del régimen de humedad se hace atendiendo a lo siguiente:

$I_{hm} > 1$ mes húmedo

$I_{hm} = 0.5$ a 1 mes intermedio

$I_{hm} < 0.5$ mes seco

El valor de la evapotranspiración mensual se puede determinar, según Papadakis, mediante la siguiente expresión:

$$ETP_m = 5.625 \cdot [e^0(t_m) - e^0(t_m - 2)]$$

donde:

$e^0(t_m)$ = Tensión de saturación de vapor para el valor medio de las temperaturas máximas mensuales (mb)

$e^0(t_m - 2)$ = Tensión de saturación de vapor para el valor medio de las temperaturas mínimas mensuales menos 2 °C (mb)

Por su parte, la tensión de saturación de vapor se puede calcular mediante la fórmula de Bossen, en función de la temperatura t en $^{\circ}\text{C}$:

$$e^{\circ}(t) = 33.8639 \cdot \left[(0.00738 \cdot t + 0.8072)^8 - 0.000019 \cdot (1.8 \cdot t + 48) + 0.001316 \right]$$

Con esto, en las dos estaciones estudiadas para la zona donde se desarrolla el Proyecto, el valor de los índices representativos del régimen de humedad y de los parámetros a partir de los cuales se obtienen son los que se recogen en la Tabla 14. Índices representativos del régimen de Humedad

Los regímenes de humedad considerados en la clasificación de Papadakis, en función de los índices anteriores, son los que se definen a continuación:

HÚMEDO

Se caracteriza por ausencia de meses secos, $I_{ha} > 1$ y $L_n > 20\% \text{ ETP}_a$.

Se subdivide en:

- **Siempre húmedo (HU):** Todos los meses son húmedos.
- **Húmedo (Hu):** Uno o más meses son intermedios.

MEDITERRÁNEO

Se encuentra en latitudes superiores a 20° y está caracterizado por presentar una precipitación invernal superior a la estival. Se subdivide en:

- **Mediterráneo húmedo (ME):** $L_n > 20\% \text{ ETP}_a$ y/o $I_{ha} > 0.88$
- **Mediterráneo seco (Me):** $L_n < 20\% \text{ ETP}_a$, I_{ha} de 0.22 a 0.88 y en uno o más meses el agua disponible es igual a la ETP, con un valor medio de las temperaturas máximas superior a 15°C .
- **Mediterráneo semiárido (me):** Demasiado seco para ser **Me**.

MONZÓNICO

I_{hm} en julio-agosto mayor que en abril-mayo. Julio y agosto deben ser húmedos si lo son dos meses de invierno, en caso contrario el régimen es estepario o isohigro-semiárido.

ESTEPARIO

Se caracteriza por la ausencia de primaveras secas: la precipitación combinada de los tres meses de primavera cubre más que la ETP correspondiente. La latitud debe ser superior a 20° , en caso contrario el régimen es monzónico.

DESÉRTICO

Todos los meses en que el valor medio de las temperaturas máximas es superior a 15°C son secos. $I_{ha} < 0.22$.

ISOHIGRO-SEMIÁRIDO

Demasiado seco para estepario. Demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico.

Tabla 14. Índices representativos del régimen de Humedad

CARACTERÍSTICA	ESTACIÓN	VALOR MENSUAL												VALOR ANUAL	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
T ^{as} medias de las máximas mensuales (°C)	TM	GIJÓN, MUSEL	13,10	13,80	14,90	15,60	17,80	20,20	22,40	23,20	21,80	19,00	15,60	14,00	17,62
		OVIEDO	12,00	12,70	14,90	15,70	18,20	20,90	22,80	23,30	22,10	18,70	14,60	12,40	17,36
T ^{as} medias de las mínimas mensuales (°C)	Tm	GIJÓN, MUSEL	4,70	5,40	6,60	8,10	10,90	13,60	16,00	16,20	14,10	11,00	7,60	5,80	10,00
		OVIEDO	4,60	4,70	6,10	6,80	9,50	12,40	14,50	14,80	13,10	10,40	7,20	5,30	9,12
T ^{as} mínimas mensuales menos 2°C (°C)	Tm-2	GIJÓN, MUSEL	2,70	3,40	4,60	6,10	8,90	11,60	14,00	14,20	12,10	9,00	5,60	3,80	8,00
		OVIEDO	2,60	2,70	4,10	4,80	7,50	10,40	12,50	12,80	11,10	8,40	5,20	3,30	7,12
Tensión de saturación de vapor para el valor medio de las T ^{as} máx mensuales (mb)	e0(TM)	GIJÓN, MUSEL	15,09	15,79	16,95	17,73	20,38	23,67	27,08	28,43	26,11	21,97	17,73	15,99	20,15
		OVIEDO	14,04	14,70	16,95	17,84	20,90	24,71	27,75	28,60	26,59	21,57	16,63	14,41	19,83
Tensión de saturación de vapor para el valor medio de las T ^{as} mín mensuales menos 2°C (mb)	e0 (Tm-2)	GIJÓN, MUSEL	7,43	7,81	8,49	9,43	11,42	13,67	15,99	16,20	14,13	11,49	9,11	8,03	10,74
		OVIEDO	7,38	7,43	8,20	8,61	10,38	12,62	14,51	14,79	13,23	11,04	8,86	7,75	10,11
Evapotranspiración media (mm)	ETPm(ETPa)	GIJÓN, MUSEL	43,07	44,90	47,57	46,70	50,45	56,25	62,37	68,76	67,41	58,96	48,50	44,80	639,72
		OVIEDO	37,46	40,88	49,22	51,92	59,19	68,00	74,49	77,65	75,19	59,24	43,70	37,45	674,40
Precipitación media mensual (mm)	Pm(Pa)	GIJÓN, MUSEL	108,05	99,46	89,06	75,52	63,56	58,57	34,40	45,14	55,80	87,42	127,93	100,47	945,38
		OVIEDO	114,51	106,07	100,10	93,58	85,73	68,09	41,93	52,11	56,09	96,88	136,14	93,59	1.044,84
Reserva hídrica (mm)	R hídrica	GIJÓN, MUSEL	228,55	283,11	324,60	353,42	366,53	368,85	340,88	0,00	0,00	28,47	107,90	163,57	-
		OVIEDO	263,27	328,46	379,34	421,01	447,56	447,65	415,10	0,00	0,00	37,64	130,08	186,22	-
Índice de humedad	Ihm(Iha)	GIJÓN, MUSEL	2,51	2,22	1,87	1,62	1,26	1,04	0,55	0,66	0,83	1,48	2,64	2,24	1,48
		OVIEDO	3,06	2,59	2,03	1,80	1,45	1,00	0,56	0,67	0,75	1,64	3,12	2,50	1,55
Agua de lavado	Ln	GIJÓN, MUSEL	64,98	54,57	41,49	28,82	13,11	2,32	-	-	-	28,47	79,43	55,67	368,85
		OVIEDO	77,05	65,19	50,88	41,67	26,55	0,09	-	-	-	37,64	92,44	56,14	447,65

Se comprueba que el régimen de humedad para ambas estaciones es **Hu –Húmedo**.

2.2.3.5. Régimen de humedad

Finalmente, la determinación del tipo climático se efectúa directamente a partir del régimen térmico y del régimen de humedad resultantes mediante la relación de equivalencias definida por Papadakis que se recoge a continuación.

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS		
TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
TROPICAL	EQ, Eq, TR, Tr, tR, tr, Tt, tt	HU, Hu, MO, Mo, mo
Ecuatorial húmedo semi-cálido	Eq	Hu, MO (Ih>1)
Tropical húmedo semi-cálido	Tr	Hu, MO (Ih>1)
Ecuatorial-tropical seco semi-cálido	Eq, Tr	MO, Mo (Ih<1)
Ecuatorial-tropical cálido	EQ,TR	MO, Mo

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS		
TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
Ecuatorial-tropical semi-árido	EQ, Eq, TR, Tr	mo
Tropical fresco	tr	HU, Hu, MO, Mo
Tierra templada húmeda	Tt, tt	HU, Hu, MO
Tierra templada seca	Tt, tt	Mo, mo
Tropical cálido de invierno fresco	Tr	HU, Hu, MO, Mo, mo
TIERRA FRÍA	TF, Tf, tf, An, an, aP, ap, aF	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría semi-tropical	TF (invierno Ct)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría baja	TF (invierno Ci, Av)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría media	Tf	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría alta	tf	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino bajo	An	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino alto	an	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino de taiga	aP	HU, Hu
Andino de tundra	ap	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino de desierto sub-glacial	af	HU, Hu, MO, Mo, mo
DESÉRTICO	Cualquiera	da, de, di, do
Desierto tropical cálido	EQ, TR, tR	da, de, di, do
Desierto subtropical cálido	Ts, SU	da, de, di, do
Desierto tropical fresco	Eq, Tr, tr	da, de, di, do
Desierto subtropical fresco	Su, MA, Mm	da, de, di, do
Desierto de tierras altas de bajas latitudes	Tf, tt, TF, Tf, tf, An, an	da, do
Desierto continental	CO, Co, co, te	da, de, di, do
Desierto pampeano	PA, TE	da, de, di, do
Desierto patagoniano	Pa, pa	da, de, di, do
SUBTROPICAL	Ts, SU, Su	HU, Hu, MO, Mo, mo
Subtropical húmedo	SU, Su	HU, Hu
Subtropical monzónico	SU, Su	MO, Mo, mo (con primavera seca)
Semi-tropical cálido	Ts (verano G)	
Semi-tropical semi-cálido	Ts (verano g)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Semi-tropical semi-mediterráneo	SU, Su	MO, mo (no seca la primavera)
PAMPEANO	PA, Pa, pa, TE, MA, Ma, ma, SU, Su	St, si, MO, mo; y me con Pa, pa, Te, Ma

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS		
TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
Pampeano típico	PA	St
Pampeano de tierras altas	Pa	St
Pampeano subtropical	SU, su	St
Pampeano marítimo	TE, MA, Mm, Ma	St
Peri-pampeano monzónico	PA	Mo, mo
Peri-pampeano semiárido	PA, TE, SU, Su	si
Pradera patagoniana	Pa, pa, ma	St
Patagoniano semi-árido	Pa, pa, Ma, TE	mo, si, me
MEDITERRÁNEO	Cualquiera (Pa-pa-TE-Ma con me es PAMPEANO)	ME, Me, me
Mediterráneo subtropical	SU, Su	ME, Me
Mediterráneo marítimo	MA, Mm	ME, Me
Mediterráneo marítimo fresco	Ma	ME
Mediterráneo tropical	tr	ME, Me
Mediterráneo templado	TE	ME, Me
Mediterráneo templado fresco	Te, te, Po, Pa, pa	ME, Me
Mediterráneo continental	CO, Co, co	ME, Me
Mediterráneo semiárido subtropical	SU, Su, Tr, tr, MA	me
Mediterráneo semiárido continental	CO, Co, co, TE, Te, te	me
MARÍTIMO	Mm, MA, Ma, ma, TE, Te, te, Pa, pa	HU, Hu
Marítimo cálido	MA, Mm	HU, Hu
Marítimo fresco	Ma	HU, Hu
Marítimo frío	ma	HU, Hu
Marítimo polar	mp, mF	HU, Hu
Templado cálido	TE	HU, Hu
Templado fresco	Te	HU, Hu
Templado frío	te	HU, Hu
Patagoniano húmedo	Pa, pa	HU, Hu
CONTINENTAL HÚMEDO	CO, Co, co	HU, Hu, MO
Continental cálido	CO	HU, Hu, Mo
Estepario semi-cálido	Co	HU, Hu, MO
Continental frío	co	HU, Hu, MO
ESTEPARIO	CO, Co, co, Te, te, Po. Po con invierno Pr y St (ó Po y si) es ESTEPARIO, el resto es POLAR	St, si, Mo, mo
Estepario cálido	CO	St
Estepario semi-cálido	Co	St

CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS		
TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
Estepario frío	co	St
Estepario templado	te, Te	St
Estepario polar	Po (invierno Pr)	St
Continental semi-árido	CO, Co, co, te, Po	si
Continental monzónico seco	Co, Co, co	Mo, mo
POLAR	Po, po, Fr, fr, Al, al. (Po con HU, Hu, MO, Mo, St)	Cualquiera
Taiga	Po	HU, Hu, MO, Mo, St (con invierno pr)
Tundra	po	Cualquiera
Desierto sub-glacial	Fr	Cualquiera
Hielo permanente	fr	Cualquiera
Alpino	Al, al	Cualquiera

Se obtiene de esta manera que el **tipo climático** correspondiente a la zona del Proyecto es el **Marítimo fresco**.

2.2.4. RESUMEN DE ÍNDICES DE CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICAS

Tabla 15. Resumen de Índices de caracterización y clasificación climáticas

ÍNDICES DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	ESTACIÓN	
	GIJÓN –MUSEL	OVIEDO
Índice de Aridez de Martonne	Zona Húmeda	Zona Húmeda
Índice termopluviométrico de Dantín-Revenga	Zona Húmeda	Zona Húmeda
Índice de pluviosidad de Lang	Zona Húmeda de bosques claros	Zona Húmeda de bosques claros
Índice de sequedad estival de Giacobbe	Sequía inexistente	Sequía inexistente

Tabla 16. Resumen de clasificaciones climáticas

	ESTACIÓN	
	GIJÓN - MUSEL	OVIEDO
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN		
Grupo climático	C- Templado húmedo	C- Templado húmedo
Subgrupo climático	f - Sin estación seca	f - Sin estación seca
Subdivisión climática	b – veranos cálidos	b – veranos cálidos

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS		
Tipo de invierno	Av - Avena cálido	Av - Avena cálido
Tipo de verano	T Trigo más cálido	T Trigo más cálido
Régimen térmico	Ma (marítimo fresco)	Ma (marítimo fresco)
Régimen de humedad	Hu - Húmedo	Hu - Húmedo
Tipo climático	Marítimo fresco	Marítimo fresco

2.3. DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.3.1. METODOLOGÍA

La determinación de los días aprovechables para ejecutar las unidades y tipos de obra más significativos del proyecto se realiza a continuación, siguiendo el procedimiento propuesto en la publicación *Datos climáticos para carreteras*, editada por el Ministerio de Fomento.

A fin de facilitar la exposición y justificación del método, se incluyen seguidamente las definiciones básicas, citadas de la mencionada publicación:

- **Día aprovechable.** Para cada clase de obra se entiende por día aprovechable, en cuanto a clima se refiere, el día en que la precipitación y la temperatura del ambiente es inferior y superior, respectivamente, a los límites que se definen más adelante. No se tiene en cuenta las altas temperaturas del ambiente que impidan la puesta en obra del hormigón, tanto por el número inapreciable de días en que se dan, como por corresponder al microclima de una zona reducida.
- **Temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos.** Se adopta como temperatura mínima del ambiente para la manipulación de materiales húmedos, la de 0°C.
- **Precipitación límite.** Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm por día y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia; y el segundo valor limita el resto de los trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

Para calcular el número de días aprovechables útiles en las distintas clases de obra se establecen unos **coeficientes de reducción**, que se aplican al número de días laborables de cada mes. Se trata de los siguientes:

- **Coeficiente de reducción por helada (Nm).** Cociente del número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0°C y el número de días del mes.

$$N_m = \frac{\text{Nº de días del mes con temperatura mínima} > 0^\circ\text{C}}{\text{Nº de días del mes}}$$

- **Coefficiente de reducción por lluvia límite general de trabajos (Am).** Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.

$$A_m = \frac{\text{Nº de días del mes con precipitación} < 10 \text{ mm}}{\text{Nº de días del mes}}$$

- **Coefficiente de reducción por lluvia límite parcial de trabajos (A'm).** Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm, al número de días del mes.

$$A'_m = \frac{\text{Nº de días del mes con precipitación} < 1 \text{ mm}}{\text{Nº de días del mes}}$$

2.3.2. CÁLCULO DE LOS DÍAS APROVECHABLES

Para el cálculo de los coeficientes antedichos se han utilizado los datos correspondientes a las estaciones seleccionadas para el estudio climatológico, obteniéndose los valores medios resultantes para cada uno de los condicionantes climáticos a considerar y los coeficientes reductores correspondientes se exponen en la Tabla 17. Valores climáticos condicionantes y coeficientes reductores.

Tabla 17. Valores climáticos condicionantes y coeficientes reductores

PARÁMETRO	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Nº DÍAS MENSUALES DE T _{mín} >0°C	GIJÓN, MUSEL	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	29,0	29,0	362,0
	OVIEDO	28,1	25,5	30,2	29,9	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	29,7	28,4	355,8
COEFICIENTE N _m	GIJÓN, MUSEL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,967	0,935	0,992
	OVIEDO	0,906	0,911	0,974	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990	0,916	0,975
Nº DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN < 1mm	GIJÓN, MUSEL	16,9	15,9	19,2	18,6	21,1	22,8	25,3	24,1	23,2	21,0	16,4	19,2	243,5
	OVIEDO	17,2	16,3	19,1	18,1	19,2	20,6	24,5	23,2	23,1	20,4	16,8	20,2	238,6
COEFICIENTE A _m	GIJÓN, MUSEL	0,545	0,569	0,620	0,619	0,679	0,759	0,815	0,776	0,774	0,677	0,546	0,618	0,667
	OVIEDO	0,554	0,581	0,616	0,604	0,620	0,685	0,790	0,749	0,769	0,659	0,559	0,651	0,653
Nº DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN < 10mm	GIJÓN, MUSEL	29,8	26,8	30,2	28,9	29,7	29,2	30,7	30,6	28,9	29,5	28,3	29,5	352,1
	OVIEDO	30,1	26,9	30,3	28,7	29,8	29,4	30,6	30,6	29,1	29,5	28,4	29,8	353,1
COEFICIENTE A' _m	GIJÓN, MUSEL	0,960	0,958	0,975	0,962	0,958	1,024	0,989	0,931	0,984	0,912	0,982	0,951	0,966
	OVIEDO	0,970	0,962	0,976	0,958	0,960	1,020	0,988	0,939	0,983	0,916	0,994	0,962	0,969

A continuación se indican aquellos factores que se consideran limitantes para la ejecución de las unidades de obra más significativas del proyecto.

FACTORES LIMITANTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS			
TIPO DE OBRA	$T_{MIN} \leq 0^{\circ}C$	$P \geq 1 \text{ mm}$	$P \geq 10 \text{ mm}$
Hormigones hidráulicos	SI	-	SI
Explanaciones y rellenos	SI	SI	SI
Producción de áridos	-	-	SI

Como los condicionantes de tipo termométrico y pluviométrico cuentan con una probabilidad independiente de ocurrencia y en caso de producirse cualquiera de ellos debe suspenderse la ejecución de las obras, para aquellas unidades de obra en que concurren ambos se considera como coeficiente de reducción el producto de los coeficientes correspondientes a ambos factores. Por lo tanto, los coeficientes reductores a aplicar para las principales unidades de obra del proyecto son los siguientes:

- Hormigones hidráulicos: $C_H = N_m \times A_m$
- Explanaciones y rellenos: $C_E = (A_m + A'_m) / 2 \times N_m$
- Producción de áridos: $C_A = A_m$

Los valores resultantes para estos coeficientes de reducción en cada uno de los meses del año se exponen en la siguiente:

Tabla 18. Coeficiente de reducción por días útiles

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
HORMIGONES HIDRÁULICOS	GIJÓN, MUSEL	0,545	0,569	0,620	0,619	0,679	0,759	0,815	0,776	0,774	0,677	0,528	0,578	0,662
	OVIEDO	0,502	0,529	0,601	0,602	0,620	0,685	0,790	0,749	0,769	0,659	0,554	0,596	0,638
EXPLANACIONES Y RELLENOS	GIJÓN, MUSEL	0,753	0,764	0,798	0,790	0,819	0,892	0,902	0,854	0,879	0,795	0,739	0,734	0,810
	OVIEDO	0,691	0,703	0,776	0,778	0,790	0,852	0,889	0,844	0,876	0,788	0,769	0,738	0,791
ÁRIDOS	GIJÓN, MUSEL	0,545	0,569	0,620	0,619	0,679	0,759	0,815	0,776	0,774	0,677	0,546	0,618	0,667
	OVIEDO	0,554	0,581	0,616	0,604	0,620	0,685	0,790	0,749	0,769	0,659	0,559	0,651	0,653

Descontando de cada año 52 sábados, 52 domingos y 14 días festivos fijados oficialmente, resultan un total de 247 días laborales, lo que supone un número mensual entre 20 y 21 días. Por lo tanto, el número de días previsiblemente aprovechables para cada uno de los tipos de actividades considerados serán los que se recogen en la tabla siguiente.

Tabla 19. Número de días útiles para la ejecución de las obras en las estaciones seleccionadas

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
HORMIGONES HIDRÁULICOS	GIJÓN – MUSEL	11	11	13	13	14	15	17	16	16	14	11	12	164
	OVIEDO	11	10	13	12	13	14	17	16	16	14	11	13	158

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
HORMIGONES HIDRÁULICOS	GIJÓN –MUSEL	16	14	17	16	17	18	19	18	18	17	15	15	200
	OVIEDO	14	13	16	16	17	17	19	18	18	17	16	15	196
ÁRIDOS	GIJÓN –MUSEL	11	11	13	13	14	15	17	16	16	14	11	13	165
	OVIEDO	12	11	13	12	13	14	17	16	16	14	11	14	161

Dado que la zona de estudio no está próxima a ninguna de las dos estaciones y que su latitud es intermedia a la de las dos estaciones, aunque más próxima a Gijón que a Oviedo, se tomará para la zona de estudio los valores pésimos.

Tabla 20. Número de días útiles para la ejecución de las obras en la zona de actuación

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
HORMIGONES HIDRÁULICOS	11	10	13	12	13	14	17	16	16	14	11	12	157
HORMIGONES HIDRÁULICOS	14	13	16	16	17	17	19	18	18	17	15	15	195
ÁRIDOS	11	11	13	12	13	14	17	16	16	14	11	13	160

3. HIDROLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

El objeto del estudio hidrológico que se desarrolla a continuación es obtener el valor de los caudales máximos correspondientes a las cuencas de los arroyos orientales del núcleo de Villaviciosa en aquellas zonas donde se van a desarrollar las actuaciones y donde el conocimiento de dichos caudales sea fundamental para la realización del proyecto. En concreto, se han calculado los caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Para el cálculo de los caudales máximos de avenida se ha utilizado la gráfica G.N.1 – “Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T”, que se incluye en las Normas del vigente Plan Hidrológico Norte III, y que relaciona la superficie afluyente en km² con el caudal específico en m³/s km² para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados. Estos cálculos se han realizado por este método puesto que los datos de los arroyos son escasos o inexistentes y se trata de una metodología habitual en ríos de la Confederación Hidrográfica del Norte.

Por último, se ha realizado un análisis comparativo de estos dos métodos a fin de obtener un caudal de diseño

3.2. ESTUDIO DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN

Una vez analizada la orografía y cartografía del terreno, las distintas cuencas de aportación de caudales al entorno son las que se reflejan en la siguiente imagen.

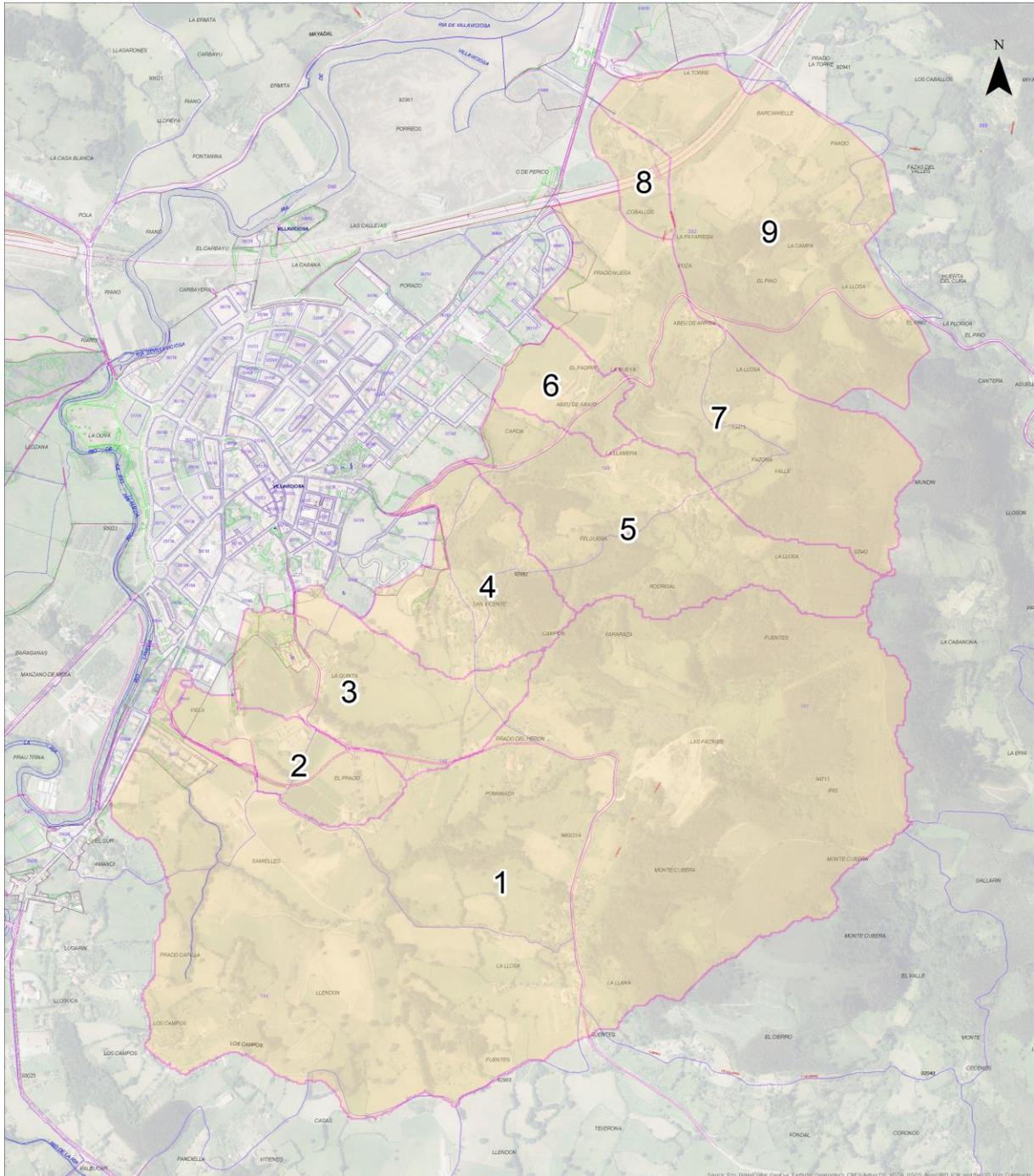


Figura 8. Cuencas de aportación al entorno de Villaviciosa

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Estas cuencas se verán afectadas por la ejecución del drenaje sostenible diseñado en proyecto, siendo las cuencas de aportación estimadas para el diseño de los elementos las siguientes, tal y como se refleja en el estudio de alternativas sobre la solución adoptada, no considerando aquellas cuencas cuya posible problema o solución se encuentre en zona urbana:

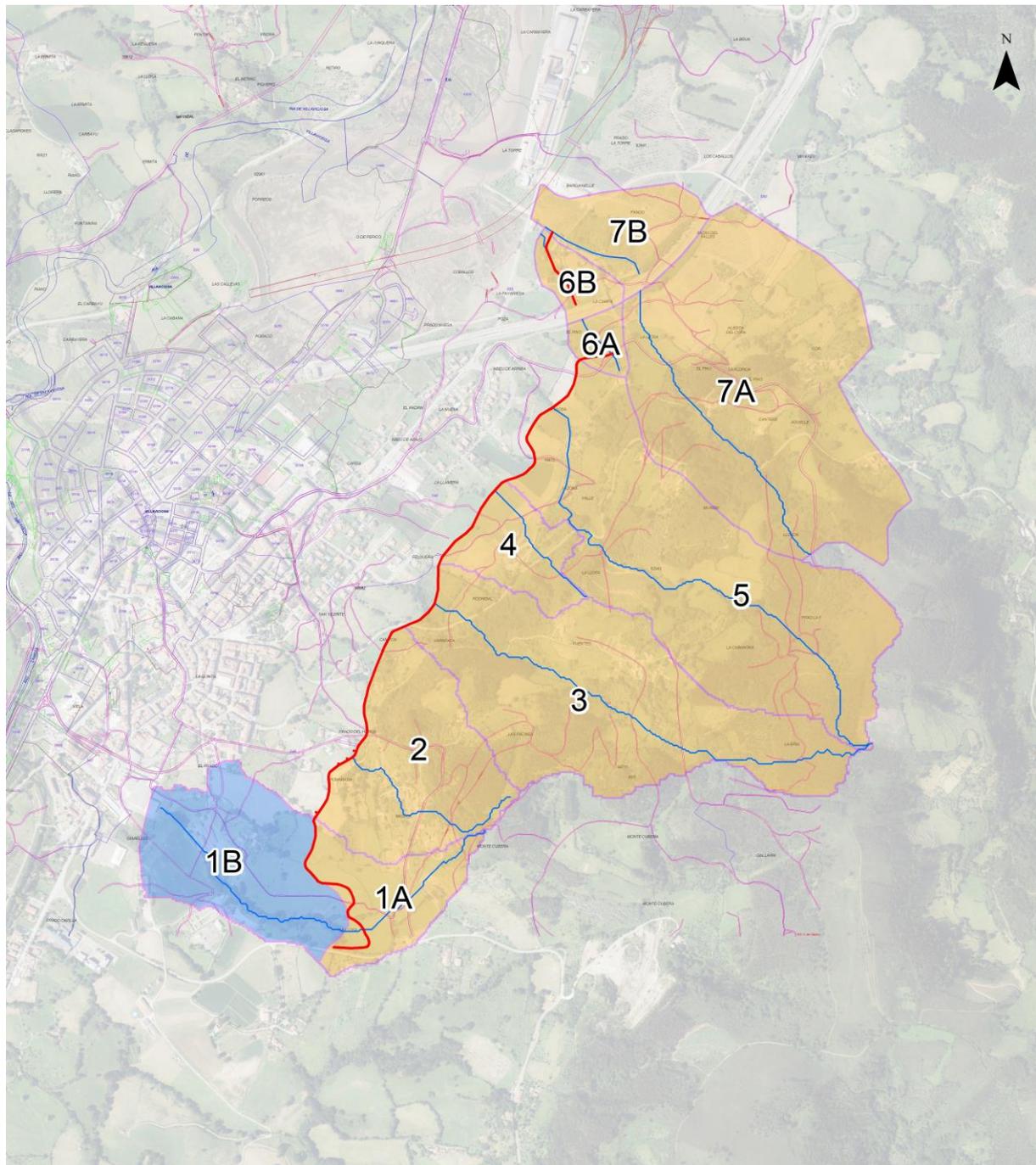


Figura 9. Cuencas de aportación estimadas en el diseño

3.3. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Se presenta a continuación la metodología de cálculo en cuanto a caudales de avenida se refiere.

Se han determinado los caudales de avenida para los periodos de retorno de 100 y 500 años, para las cuencas que se han delimitado en el estudio, utilizando diversas metodologías que a continuación se describen.

3.3.1. GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III

El primer método utilizado es la obtención del caudal específico con la gráfica G.N.1 – “Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T”, que se incluye en las Normas del vigente Plan Hidrológico Norte III, y que relaciona la superficie afluyente en km² con el caudal específico en m³/s km² para cada uno de los periodos de retorno antes mencionados.

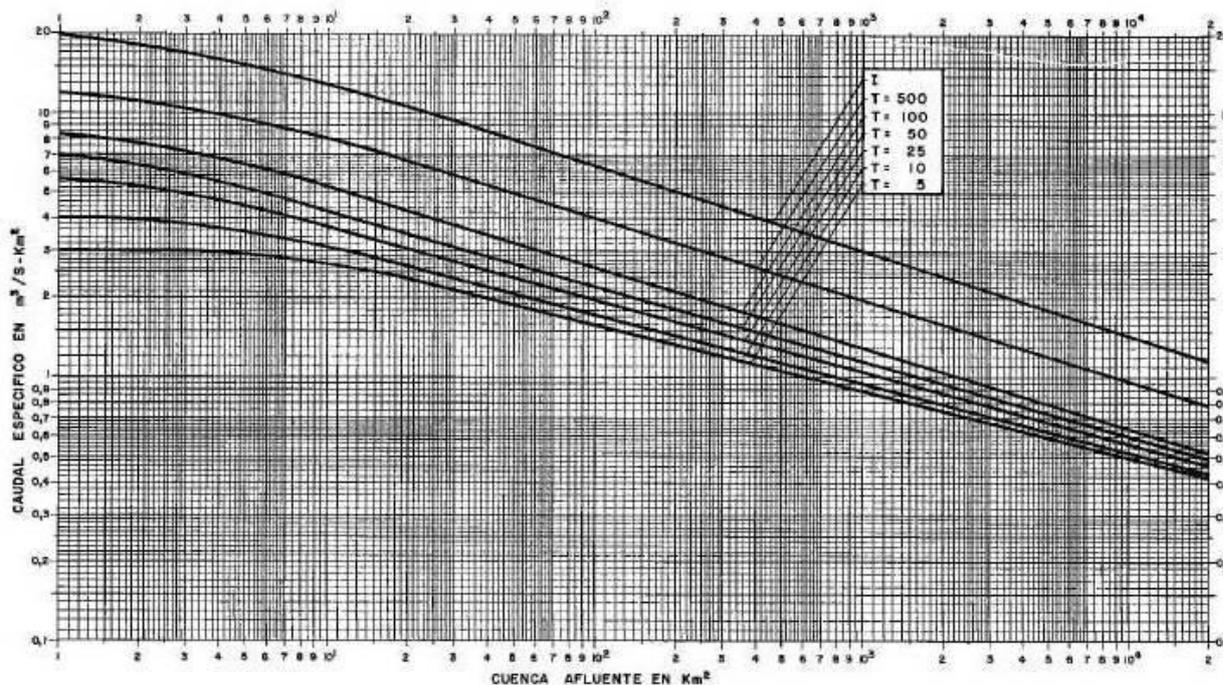


Figura 10. Gráfica G.N.1- Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T.

3.3.2. MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL

La metodología de cálculo por el Método Racional permite obtener el caudal punta a partir del coeficiente de escorrentía C, la máxima intensidad media I durante el periodo de cálculo correspondiente al tiempo de concentración t_c, y a la superficie de la cuenca A con la expresión:

$$Q = \frac{I * C * A * K_t}{3,6}$$

Donde:

Q: caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T en un punto de la cuenca, en m³/s.

I: intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.

C: coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.

A: área de la cuenca, en km².

K_t: coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

- Tiempo de concentración

Obtenido de:

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

Donde:

t_c: tiempo de concentración, en horas.

L_c: longitud del cauce, en km.

J_c: pendiente media del cauce.

En las cuencas de pequeño tamaño donde el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total no será de aplicación la anterior fórmula. Se considera que se produce esta circunstancia cuando el tiempo de concentración calculado mediante la anterior fórmula sea inferior a 0,25 horas. Se deberá aplicar entonces:

$$t_{dif} = 2 * L_{dif}^{0,408} * n_{dif}^{0,312} * J_{dif}^{-0,209}$$

Donde:

t_{dif}: tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno, en minutos.

n_{dif}: coeficiente de flujo difuso, dado por la tabla:

Tabla 21. Valores del coeficiente de flujo difuso n_{dif}

Cobertura del terreno		n _{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

L_{dif} : longitud de recorrido en flujo difuso, en metros.

J_{dif} : pendiente media.

El valor del tiempo de concentración se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 22. Determinación de t_c en condiciones de flujo difuso

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

- Intensidad de precipitación

La Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t se obtiene de:

$$I(T, t) = I_d * F_{int}$$

Donde:

$I(T, t)$: intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t, en mm/h.

I_d : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno, en mm/h.

F_{int} : factor de intensidad.

-Intensidad media diaria de precipitación corregida:

$$I_d = \frac{P_d * K_A}{24}$$

Donde:

P_d : precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno, en mm.

K_A : factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Será igual a 1 si el área de la cuenca es menor de 1km². Si es mayor:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

-Factor de intensidad

Se tomará el mayor de entre:

$$F_{int} = \text{máx} \{F_a, F_b\}$$

Donde: F_a : factor obtenido a partir del índice de torrencialidad I_1/I_d .

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 * t^{0,1}}$$

Donde:

I_1/I_d : factor de torrencialidad, dado por el mapa de isóneas siguiente.

F_b : factor a partir de las curvas IDF de in pluviógrafo cercano.

$$F_b = K_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

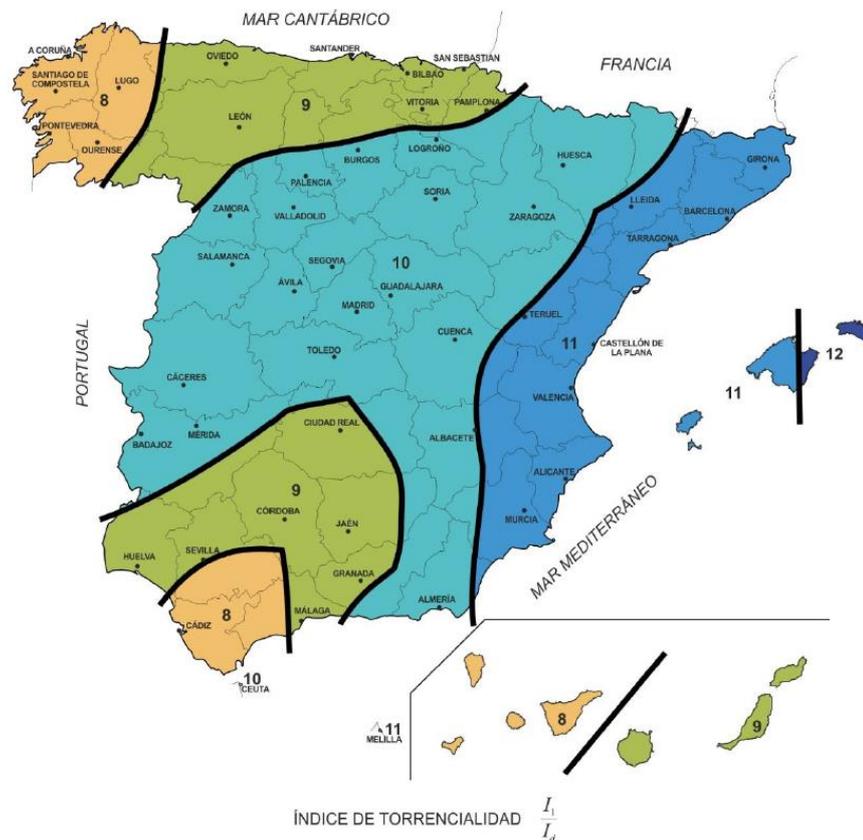


Figura 11. Índice de torrencialidad

- Coeficiente de escorrentía

Aplicando la expresión, según corresponda:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} - 1 \right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 23 \right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 11 \right)^2} \quad \text{si} \quad P_d * K_A > P_0$$

$$C = 0 \quad \text{si} \quad P_d * K_A \leq P_0$$

Donde:

C: coeficiente de escorrentía.

P_d: precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno considerado, en mm.

K_A: factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Será igual a 1 si el área de la cuenca es menor de 1km². Si es mayor:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10}A}{15}$$

P₀: umbral de escorrentía, en mm.

-Umbral de escorrentía

Representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determina como:

$$P_0 = P_0^i * \beta$$

Donde:

P₀ⁱ: valor inicial del umbral de escorrentía, en mm. A cada uso y tipo de suelo en función de su pendiente le corresponde un valor, dado en las tablas siguientes:

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

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 seco (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en seco (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en seco (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en seco (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en seco (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en seco (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 seco		≥ 3	62	28	15	10

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos 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

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

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 adhesado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesado		< 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

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

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-brezal 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 subarbusivos 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

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

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 23. Grupos hidrológicos de suelo efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa 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.

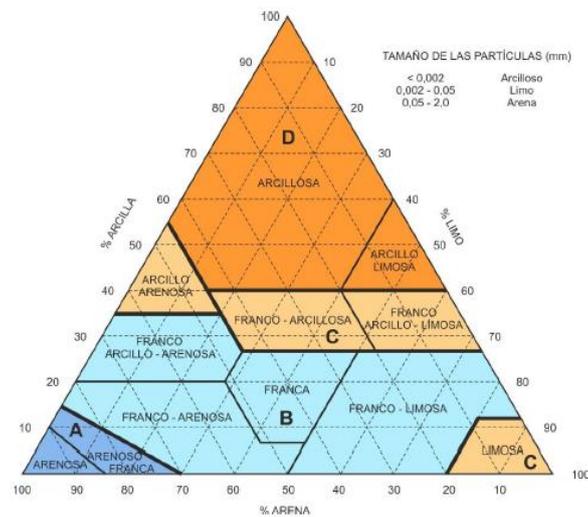


Figura 12. Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo

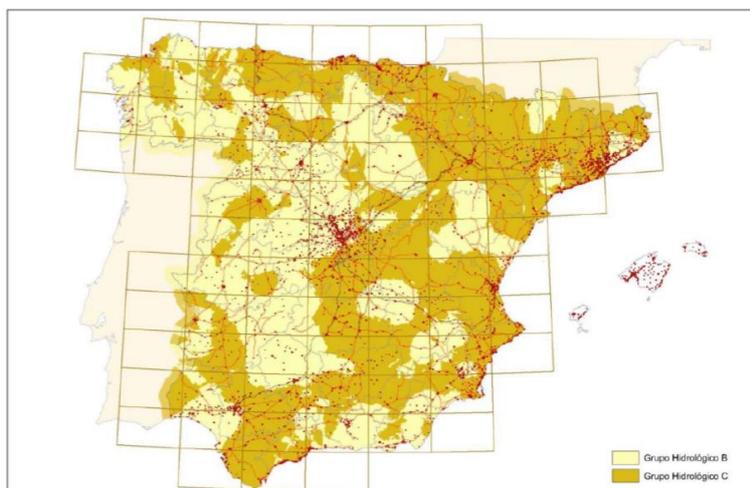


Figura 13. Mapa de grupos hidrológicos de suelo

β : coeficiente corrector del umbral de escorrentía, dado por el “Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía”:

Para el drenaje transversal la fórmula es:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) * F_T$$

Donde:

β^{DT} : coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes.

β_m : valor medio en la región.

F_T : factor función del periodo de retorno T.

Δ_{50} : desviación respecto al valor medio.

Siendo la región correspondiente a nuestro proyecto la 32, los valores de la fórmula se obtienen de la tabla:



Figura 14. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
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

- Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, obteniéndose:

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

Donde:

K_t : coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

t_c : tiempo de concentración.

3.4. CAUDALES DE PROYECTO

3.4.1. GRÁFICA DEL PLAN HIDROLÓGICO NORTE III

Entrando en la gráfica anterior con las superficies determinadas en el plano de cuencas, se obtienen los siguientes caudales específicos, considerando las cuencas de modo unitario y por otro lado de modo conjunto, las cuencas aportadoras al cauce receptor.

Tabla 24. Caudales por cuencas y periodos de retorno s/ gráfica del Plan Hidrológico Norte III

Cuenca	Área (km ²) (**)	T = 5 años		T = 10 años		T = 25 años		T = 50 años		T = 100 años		T = 500 años	
		Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal específico m ³ /s-km ²	Caudal Q (m ³ /s)
7	0,56530	3,00	1,70	4,00	2,26	5,50	3,11	7,00	3,96	8,40	4,75	12,00	6,78
7a	0,48380	3,00	1,45	4,00	1,94	5,50	2,66	7,00	3,39	8,40	4,06	12,00	5,81
7b	0,08150	3,00	0,24	4,00	0,33	5,50	0,45	7,00	0,57	8,40	0,68	12,00	0,98
6	0,05520	3,00	0,17	4,00	0,22	5,50	0,30	7,00	0,39	8,40	0,46	12,00	0,66
6a	0,02240	3,00	0,07	4,00	0,09	5,50	0,12	7,00	0,16	8,40	0,19	12,00	0,27
6b	0,03280	3,00	0,10	4,00	0,13	5,50	0,18	7,00	0,23	8,40	0,28	12,00	0,39
5a	0,45440	3,00	1,36	4,00	1,82	5,50	2,50	7,00	3,18	8,40	3,82	12,00	5,45
5b	0,05710	3,00	0,17	4,00	0,23	5,50	0,31	7,00	0,40	8,40	0,48	12,00	0,69
5	0,51150	3,00	1,53	4,00	2,05	5,50	2,81	7,00	3,58	8,40	4,30	12,00	6,14
4	0,07230	3,00	0,22	4,00	0,29	5,50	0,40	7,00	0,51	8,40	0,61	12,00	0,87
3	0,38710	3,00	1,16	4,00	1,55	5,50	2,13	7,00	2,71	8,40	3,25	12,00	4,65
2 (*)	0,20070	3,00	0,77	4,00	0,97	5,50	1,27	7,00	1,57	8,40	1,86	12,00	2,58
1	0,27696	3,00	0,83	4,00	1,11	5,50	1,52	7,00	1,94	8,40	2,33	12,00	3,32
1a	0,08306	3,00	0,25	4,00	0,33	5,50	0,46	7,00	0,58	8,40	0,70	12,00	1,00
1b	0,19390	3,00	0,58	4,00	0,78	5,50	1,07	7,00	1,36	8,40	1,63	12,00	2,33
1a-6a	1,232438	3,00	3,70	4,00	4,93	5,50	6,78	6,80	8,38	8,00	9,86	11,80	14,54
1a-6a	1,244748	3,00	3,73	3,80	4,73	4,80	5,97	6,00	7,47	7,50	9,34	10,80	13,44
1a-2	0,288513	3,00	0,87	4,00	1,15	5,50	1,59	7,00	2,02	8,40	2,42	12,00	3,46

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

(**) En todos los valores por debajo de 1 km² se tomará 1 km² por no haber menor escala en la gráfica

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

(**) En todos los valores por debajo de 1 km² se tomará 1 km² por no haber menor escala en la gráfica

3.4.2. MÉTODO RACIONAL. INSTRUCCIÓN 5.2. IC DRENAJE SUPERFICIAL

Con base en la metodología reflejada en apartados anteriores y para el caso del método racional se obtiene los siguientes caudales para las mismas cuencas consideradas en el apartado anterior y que se incluyen a continuación:

3.4.2.1. T=5 años

Tabla 25. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=5, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrentía P0i	Coeficiente corrector βm	Índice de Torrencialidad (I1/I0)	Coeficiente de uniformidad Ki	T = 5 años						
												Precipitación total diaria Pd (mm)	Precipitación total diaria corregida Pd* (mm)	Coeficiente corrector P0	Umbral de escorrentía P0 (mm)	Coeficiente de escorrentía C	Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)	Caudal Q (m ³ /s)
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	40,59	3,29
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	45,70	3,15
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	37,45	0,44
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	37,09	0,30
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	45,12	0,14
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	39,74	0,19
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	36,11	2,37
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	40,59	0,33
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	34,05	2,53
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	38,91	0,40
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	73,02	73,02	0,675	11,9	0,510	37,79	2,14
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	53,18	1,68
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	39,31	1,56
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	42,38	0,51
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	73,02	73,02	0,675	12,2	0,502	44,54	1,23
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	73,02	72,58	0,675	11,9	0,509	25,43	4,77
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	73,02	72,58	0,675	12,0	0,506	20,11	3,95
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	73,02	0,00	0,000	0,0	1,000	34,14	0,03
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	73,02	73,02	0,675	11,8	0,513	35,48	1,51

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

3.4.2.2. T=10 años

Tabla 26. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=10, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrentía P _{0i}	Coeficiente corrector β _m	Índice de Torrencialidad (I _{1/Id})	Coeficiente de uniformidad K _r	T = 10 años						Caudal Q (m ³ /s)
												Precipitación total diaria P _d (mm)	Precipitación total diaria corregida P _d [*] (mm)	Coeficiente corrector P ₀	Umbral de escorrentía P ₀ (mm)	Coeficiente de escorrentía C	Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)	
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	47,96	4,17
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	54,00	3,99
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	44,25	0,56
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	43,82	0,37
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	53,31	0,18
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	46,95	0,24
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	42,67	3,00
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	47,96	0,42
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	40,23	3,20
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	45,98	0,51
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	86,28	86,28	0,720	12,7	0,546	44,65	2,71
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	62,84	2,08
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	46,45	1,98
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	50,08	0,64
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	86,28	86,28	0,720	13,0	0,538	52,63	1,56
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	86,28	85,76	0,720	12,7	0,545	30,05	6,04
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	86,28	85,76	0,720	12,8	0,542	23,76	5,00
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	86,28	0,00	0,000	0,0	1,000	40,34	0,03
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	86,28	86,28	0,720	12,6	0,549	41,92	1,91

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

3.4.2.3. T=25 años

Tabla 27. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=25, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrenia P _{0j}	Coeficiente corrector β _m	Índice de Torrencialidad (I _t /d)	Coeficiente de uniformidad K _c	T = 25 años					Caudal Q (m ³ /s)	
												Precipitación total diaria P _d (mm)	Precipitación total diaria corregida P _d * (mm)	Coeficiente corrector P ₀	Umbral de escorrenia P ₀ (mm)	Coeficiente de escorrenia C		Intensidad media de precipitación I(T,t _c) (mm/h)
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	57,76	5,06
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	65,04	4,85
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	53,30	0,68
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	52,78	0,45
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	64,21	0,22
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	56,55	0,29
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	51,40	3,65
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	57,76	0,51
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	48,45	3,90
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	55,38	0,62
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	103,92	103,92	0,855	15,0	0,551	53,78	3,29
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	75,69	2,49
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	55,94	2,41
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	60,32	0,78
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	103,92	103,92	0,855	15,4	0,543	63,39	1,90
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	103,92	103,30	0,855	15,1	0,550	36,20	7,34
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	103,92	103,30	0,855	15,2	0,547	28,62	6,07
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	103,92	0,00	0,000	0,0	1,000	48,58	0,04
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	103,92	103,92	0,855	14,9	0,554	50,49	2,33

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

3.4.2.4. T=50 años

Tabla 28. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=50, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrenia P _{0j}	Coeficiente corrector β _m	Índice de Torrencialidad (I _{1/d})	Coeficiente de uniformidad K _c	T = 50 años					Caudal Q (m ³ /s)	
												Precipitación total diaria P _d (mm)	Precipitación total diaria corregida P _d * (mm)	Coeficiente corrector P ₀	Umbral de escorrenia P ₀ (mm)	Coeficiente de escorrenia C		Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	65,40	5,99
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	73,64	5,73
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	60,35	0,80
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	59,76	0,54
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	72,70	0,26
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	64,03	0,34
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	58,19	4,32
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	65,40	0,61
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	54,86	4,61
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	62,70	0,74
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	117,66	117,66	0,903	15,9	0,575	60,89	3,89
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	85,70	2,92
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	63,34	2,85
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	68,29	0,92
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	117,66	117,66	0,903	16,2	0,567	71,77	2,24
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	117,66	116,95	0,903	15,9	0,574	40,98	8,67
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	117,66	116,95	0,903	16,1	0,571	32,41	7,18
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	117,66	0,00	0,000	0,0	1,000	55,01	0,04
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	117,66	117,66	0,903	15,8	0,578	57,16	2,75

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

3.4.2.5. T=100 años

Tabla 29. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=100, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrenia P _{0j}	Coeficiente corrector β _m	Índice de Torrencialidad (I _{1/d})	Coeficiente de uniformidad K _c	T = 100 años					Caudal Q (m ³ /s)	
												Precipitación total diaria P _d (mm)	Precipitación total diaria corregida P _d * (mm)	Coeficiente corrector P ₀	Umbral de escorrenia P ₀ (mm)	Coeficiente de escorrenia C		Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	73,37	6,78
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	82,61	6,48
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	67,71	0,91
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	67,05	0,61
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	81,57	0,30
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	71,83	0,39
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	65,29	4,88
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	73,37	0,68
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	61,55	5,21
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	70,35	0,83
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	132,00	132,00	0,998	17,6	0,580	68,31	4,40
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	96,14	3,28
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	71,06	3,22
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	76,62	1,04
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	132,00	132,00	0,998	18,0	0,572	80,52	2,54
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	132,00	131,21	0,998	17,6	0,579	45,98	9,82
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	132,00	131,21	0,998	17,8	0,576	36,36	8,12
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	132,00	0,00	0,000	0,0	1,000	61,71	0,05
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	132,00	132,00	0,998	17,4	0,583	64,13	3,11

(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

3.4.2.6. T=500 años

Tabla 30. Caudales por cuencas y periodos de retorno T=500, s/ método racional

Cuenca	Área (km ²)	Longitud cauce (km)	Punto alto (m)	Punto bajo (m)	Desnivel (m)	Pendiente media (m/m)	T concentración (h)	Estimación inicial umbral escorrenia P _{0j}	Coeficiente corrector β _m	Índice de Torrencialidad (I _{1/d})	Coeficiente de uniformidad K _c	T = 500 años					Caudal Q (m ³ /s)	
												Precipitación total diaria P _d (mm)	Precipitación total diaria corregida P _d * (mm)	Coeficiente corrector P ₀	Umbral de escorrenia P ₀ (mm)	Coeficiente de escorrenia C		Intensidad media de precipitación I(T,tc) (mm/h)
7	0,56530	1,2271	232	3	229	0,186626	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	94,41	9,21
7a	0,48380	0,9312	232	32	200	0,214777	0,38	18,00	0,950	9,0	1,021	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	106,30	8,81
7b	0,08150	0,2959	30	3	27	0,091247	0,56	18,00	0,950	9,0	1,033	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	87,12	1,23
6	0,05520	0,3963	61	3	58	0,146350	0,57	18,00	0,950	9,0	1,034	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	86,27	0,83
6a	0,02240	0,1751	61	28	33	0,188421	0,39	18,00	0,950	9,0	1,022	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	104,96	0,40
6b	0,03280	0,2212	22	3	19	0,085907	0,50	18,00	0,950	9,0	1,029	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	92,43	0,52
5a	0,45440	1,5881	320	46	274	0,172531	0,60	18,00	0,950	9,0	1,036	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	84,01	6,64
5b	0,05710	0,2364	46	18	28	0,118433	0,48	18,00	0,950	9,0	1,028	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	94,41	0,93
5	0,51150	1,8245	320	18	302	0,165521	0,67	18,00	0,950	9,0	1,042	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	79,20	7,08
4	0,07230	0,4258	168	52	116	0,272435	0,52	18,00	0,950	9,0	1,031	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	90,52	1,13
3	0,38710	1,4400	320	54	266	0,184722	0,55	17,60	0,950	9,0	1,033	169,86	169,86	1,170	20,6	0,611	87,90	5,97
2 (*)	0,20070	0,6229	198	52	146	0,234403	0,28	18,00	0,950	9,0	1,014	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	123,71	4,39
1	0,27696	1,2118	174	6	168	0,138632	0,51	18,00	0,950	9,0	1,030	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	91,44	4,38
1a	0,08306	0,4662	174	58	116	0,248831	0,55	18,00	0,950	9,0	1,033	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	98,59	1,42
1b	0,19390	0,7457	58	6	52	0,069737	0,40	18,00	0,950	9,0	1,022	169,86	169,86	1,170	21,1	0,604	103,61	3,45
1a-6a	1,232438	2,67718	174	44	130	0,048559	1,13	17,64	0,950	9,0	1,077	169,86	168,84	1,170	20,6	0,611	59,16	13,33
1a-6a	1,244748	4,706	291	44	247	0,052486	1,70	17,82	0,950	9,0	1,122	169,86	168,84	1,170	20,8	0,607	46,78	11,02
Ctra	0,00253	230	0	0	11,5	0,050000	0,67	0,00	0,000	9,0	1,041	169,86	0,00	0,000	0,0	1,000	79,41	0,06
1a-2	0,288513	1,41618	174	53	121	0,085441	0,62	17,46	0,950	9,0	1,038	169,86	169,86	1,170	20,4	0,614	82,52	4,22

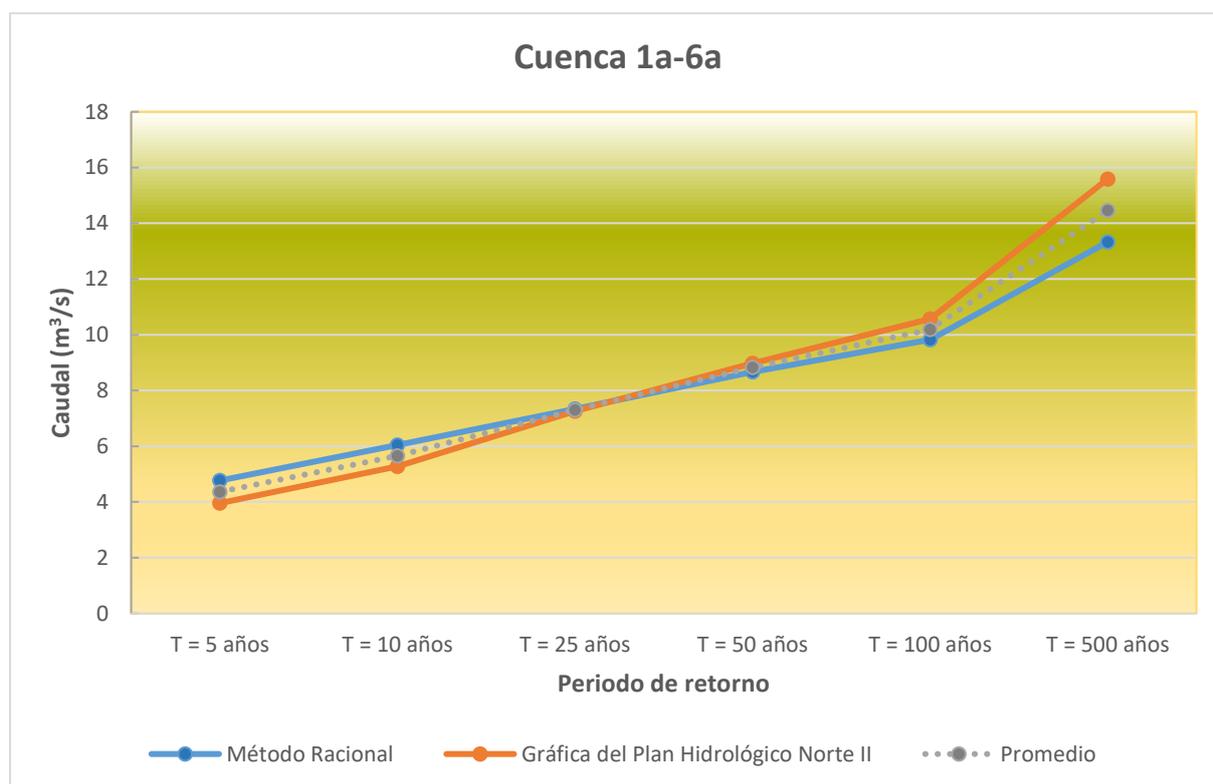
(*) Considerada la aportación del acuífero como un tubo de 300mm con una pendiente del 1% a sección llena: 0,17 m³/s

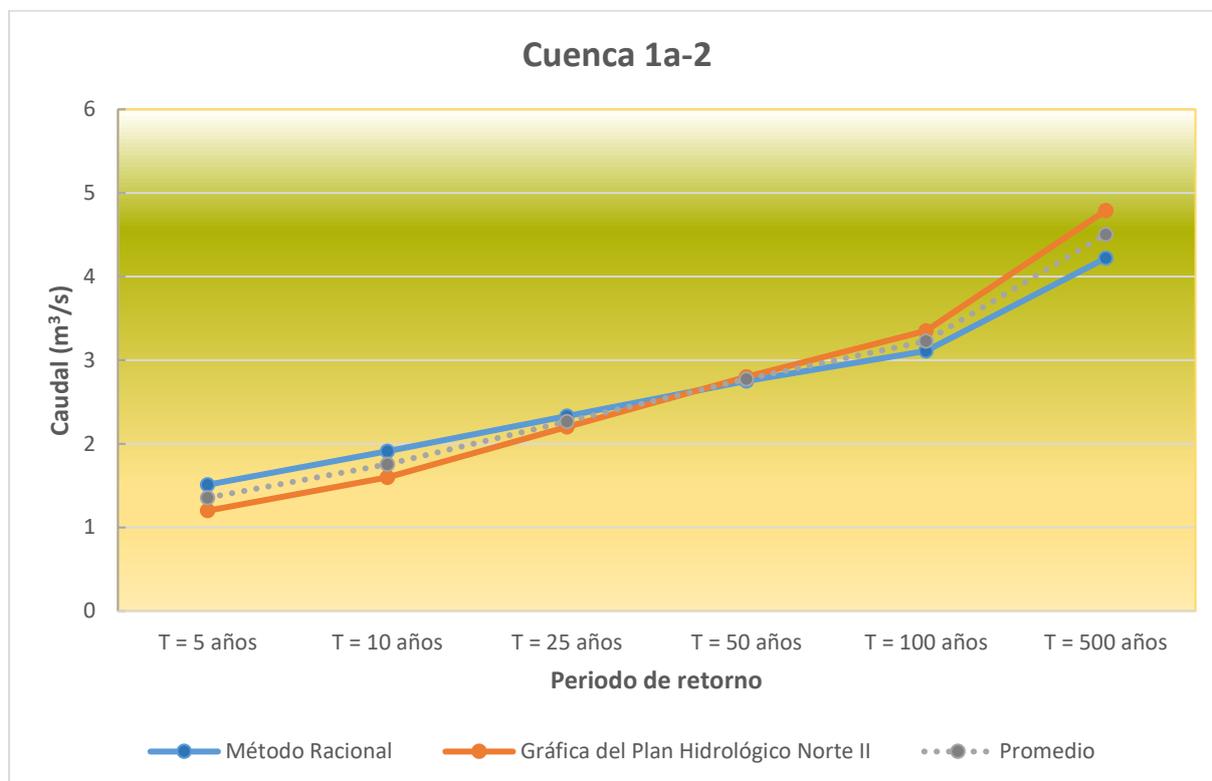
3.4.3. COMPARATIVA DE CAUDALES. CAUDAL DE DISEÑO

Una vez obtenidos los caudales para los distintos periodos de retorno con ambas metodologías, la comparativa resultante es la siguiente para las cuencas de aportación a las obras de diseño. Se incluyen como cuenca única de aportación al cauce las conformadas por las cuencas 1a a 6a para el total del cauce receptor y las cuencas 1a a 2 para el primer tramo del mismo cauce:

Tabla 31. Comparativa de caudales según distintos métodos

Cuenca	Caudales Q (m ³ /s)											
	Método Racional						Gráfica del Plan Hidrológico Norte III					
	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años
1a-6a	4,77	6,04	7,34	8,67	9,82	13,33	3,96	5,28	7,26	8,98	10,57	15,59
1a-2	1,51	1,91	2,33	2,75	3,11	4,22	1,20	1,60	2,20	2,80	3,35	4,79





Como se puede ver en las gráficas y datos obtenidos, los valores calculados mediante el método racional son algo mayores a medida que las cuencas son de menor dimensión y algo menores en cuencas de mayor dimensión en periodos de retorno altos. En este proyecto, para las cuencas pequeñas interceptadas en el ámbito del proyecto, se ha empleado el método racional, mientras que los caudales del cauce receptor “Ría de Villaviciosa” se han obtenido de los documentos asociados a los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación del primero ciclo de la Directiva de Inundaciones de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental como se puede observar en el anejo nº6. Estudio hidráulico.

3.4.4. CONSIDERACIONES COMO CONSECUENCIA DEL POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO

Según se indicaba en el apartado 2.1.6 “INCIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO”, una vez realizado el diseño, se dejará un resguardo de al menos el correspondiente al incremento del 20% de precipitación para cumplir con esta estimación de incremento de caudal como consecuencia del cambio climático, comprobando que el diseño del cauce receptor es capaz de absorber dicho caudal.

Una vez estimados los caudales de diseño se puede comprobar que el incremento entre la precipitación total diaria (Pd) para un periodo de retorno de 100 años y la correspondiente a los 500

años es superior al 28%. Para el caso de los caudales el incremento que se produce es de más del 35%.

Por lo tanto, para poder cumplir con esta premisa, aunque el diseño se realice para el periodo de retorno de 100 años, se le aportará un resguardo hidráulico al cauce diseñado para que en caso de incremento del mismo como consecuencia del posible cambio climático tenga capacidad para recoger dicho incremento de caudal de aportación. Este resguardo en la sección hidráulica será capaz de recoger el caudal calculado para un periodo de retorno de 500 años que está por encima de las estimaciones de incremento de precipitación calculadas en la zona de estudio ante un posible cambio climático.

ANEJO Nº6.- ESTUDIO HIDRÁULICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.	DATOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE APOYO	1
2.1.	TOPOGRAFÍA DEL ESTUDIO.....	1
2.2.	CAUDALES	2
3.	MODELO HIDRÁULICO	5
3.1.	INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS METODOLÓGICA.....	5
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO	6
4.	SITUACIÓN ACTUAL	9
5.	SITUACIÓN FUTURA. OBRAS PROYECTADAS	10
5.1.	CAUCE RECEPTOR PRINCIPAL	10
5.2.	COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632. 14	
5.3.	PUNTO DE VERTIDO NORTE	15
5.4.	RESULTADOS DE LAS MODELIZACIONES HIDRÁULICAS	19
5.4.1.	CAUCE RECEPTOR	19
5.4.2.	COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632. 20	
5.4.3.	PUNTO DE VERTIDO NORTE	27
6.	CÁLCULO MECÁNICO DE COLECTORES	29
6.1.	INTRODUCCIÓN	29
6.2.	CÁLCULO DE LOS COLECTORES DE HORMIGÓN ARMADO	29
6.2.1.	TIPOS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	29
6.2.2.	CARGAS SOBRE LA TUBERÍA.....	29
6.2.2.1.	Carga originada por el relleno de tierras	29
6.2.2.2.	Cálculo de cargas móviles.....	32
6.2.3.	CÁLCULO DE LA CLASE RESISTENTE EXIGIBLE A LA TUBERÍA.....	34
6.2.4.	RESULTADOS DEL CÁLCULO MECÁNICO.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Caudales utilizados para la Ría de Villaviciosa (Hidrología asociada a los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación del primero ciclo).....	2
Tabla 2.	Caudales punta empleados.....	4
Tabla 3.	Rugosidades consideradas.....	7
Tabla 4.	Rugosidad considerada en el pre-dimensionamiento del cauce.....	10

Tabla 5. Valores máximos alcanzados en las diferentes secciones tipos del cauce.....	20
Tabla 6 Resultados obtenidos en el colector propuesto	25
Tabla 7. Valores máximos alcanzados aguas arriba de los colectores modelizados. Punto de vertido norte.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuencas de aportación estimadas en el diseño	3
Figura 2. Hidrograma Unitario SCS.....	4
Figura 3. Hidrograma de entrada punto de vertido norte T=100 post-operacional. Caudal restante cuenca 3a-8a posterior al vertido a colectores de 1800 mm (N-632)	5
Figura 4. MDTs generados.....	7
Figura 5. Situación actual en el entorno del vertido norte.....	9
Figura 6. Trazado del cauce receptor. Secciones tipo 1,2 y 3 con Q_{100}	13
Figura 7. Trazado del cauce receptor. Sección tipo 5 con Q_{100}	13
Figura 8. Trazado del cauce receptor. Secciones tipo 5 y 6 con Q_{100}	14
Figura 9. Trazado del colector propuesto.....	15
Figura 10. Tubo de 600 mm bajo camino de servicio. T = 10 años.	16
Figura 11. Localización de los drenajes a ampliar.	17
Figura 12. ODT a reemplazar por cauce a cielo abierto.	17
Figura 13. Mota de 1,5 m proyectado.	18
Figura 14. Ubicación del área de laminación.	18
Figura 15. Situación de puntos de control a lo largo de la traza del cauce donde se han evaluado los resultados.	19
Figura 16. Imagen 3D con modelo de elementos de la red de drenaje subterránea: Pozos (en verde) y tuberías (en azul).....	21
Figura 17. Perfil longitudinal del colector propuesto.	26
Figura 18. Situación de puntos de control en la zona del vertido norte.	27
Figura 19. Zona de laminación junto a N-632.	28

APÉNDICES

Apéndice 1. Resultados del modelo hidráulico bidimensional

Apéndice 2. Resultados del cálculo mecánico de los tubos de HA

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente anejo tiene como objeto analizar el funcionamiento hidráulico de las obras proyectadas en la alternativa seleccionada, así como la capacidad de los cauces receptores para los diferentes caudales simulados, tanto para los periodos de retorno estudiados, como para el análisis de ciertos caudales de cálculo de diseño de dichas obras.

Para ello se ha realizado un modelo hidráulico tanto de la situación actual, como de la situación futura. Se ha elegido un modelo bidimensional, dadas las características geomorfológicas del tramo del río en estudio, de terrenos llanos y amplias vegas y condicionado por la marea, donde las hipótesis unidimensionales pierden validez, requiriendo un funcionamiento bidimensional que contemple la influencia de las componentes transversales del flujo. De este modo se observa la necesidad de utilizar un modelo bidimensional que aporte información acerca de flujos de vertido lateral y zonas de recirculación del fluido. En este caso se ha utilizado el programa para el modelado de ríos INFOWORKS ICM.

Para su análisis, las zonas de actuación se han separado en 3:

- Cauce receptor.
- Colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje de la N-632 bajo A-8.
- Punto de vertido norte N-632 (arroyo de las Callejas).

Además, se realizan los cálculos mecánicos de los colectores definidos con el objetivo de comprobar que son capaces de resistir, con coeficientes de seguridad adecuados, las cargas externas a las que van a estar sometidos a lo largo de su vida útil.

2. DATOS BÁSICOS Y ESTUDIOS DE APOYO

2.1. TOPOGRAFÍA DEL ESTUDIO

Se ha utilizado la cartografía obtenida a partir del vuelo LIDAR del PNOA con una densidad de 0,5 puntos/m², la cual ha sido completada con el levantamiento topográfico realizado para el presente proyecto, tal y como se detalla en el *Anejo 3.- Cartografía y topografía*.

Por su importancia en las modelizaciones hidráulicas, ha sido necesario realizar trabajos topográficos de campo en zonas significativas para el levantamiento de estructuras y obras de drenaje existentes en el ámbito de actuación que influyan en el comportamiento hidráulico.

En los levantamientos topográficos realizados se incluían trabajos para definir con detalle la topografía de ciertas zonas vulnerables y/o significativas de los cauces, tales como batimetrías, muros, etc., todo ello de gran importancia en las modelizaciones hidráulicas tanto de la situación actual como la correspondiente a las diferentes alternativas.

2.2. CAUDALES

Los caudales se han obtenido tal y como se describe en el *Anejo nº 5.- Climatología e Hidrología* del proyecto. Para las cuencas pequeñas interceptadas en el ámbito del proyecto, se ha empleado el método racional, mientras que los caudales del cauce receptor “Ría de Villaviciosa” se han obtenido de los documentos asociados a los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación del primero ciclo de la Directiva de Inundaciones de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental.

Tabla 1. Caudales utilizados para la Ría de Villaviciosa (Hidrología asociada a los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación del primero ciclo).

ES018-AST-43-2. DATOS DE LOCALIZACIÓN					
Demarcación:	D. H. Cantábrico Occidental				
Cuenca:	Villaviciosa				
Cauce principal:	Ría de Villaviciosa				
Coordenadas aproximadas de inicio y fin del tramo de estudio hidrológico (UTM):	Xini/Yini:	303 325	4 814 537		
	Xfin/Yfin:	302 685	4 816 600		
Superficie cuenca tramo (km ²):	97.4				
Municipio/s:	Villaviciosa				
Provincia y Comunidad Autónoma:	Asturias				
CAUDALES APLICADOS (m ³ /s)					
Cauce	T ₅₀₀	T ₁₀₀	T ₅₀	T ₁₀	T _{MCO}
1. Río de Les Peñes, inicio de tramo	120	79	62	46	21
2. Aº Viacaba	150	97	80	58	26
3. Río de Valdebárcena	112	74	58	43	20
4. Río de Les Peñes AC con río Valdedios	278	179	151	116	67
5. Río Valdedios	214	138	115	87	41
6. Ría de Villaviciosa DC de Río Valdedios y Río de Les Peñes, final de tramo	390	258	218	169	87

Aunque las actuaciones proyectadas no se ubican directamente sobre la Ría de Villaviciosa, a la hora de realizar los modelos hidráulicos es necesario incluir como “condición de contorno” el nivel de la Ría en cada punto de vertido.

Con el fin de analizar la efectividad de las medidas propuestas, es necesario diferenciar entre las avenidas generadas por los cauces objeto de actuación, de las generadas por la Ría de Villaviciosa. Por este motivo, dada la gran diferencia entre el área de las cuencas que intervienen, se han modelizado dos escenarios:

- Escenario de diseño: Se ha modelizado el caudal correspondiente a la máxima crecida ordinaria en la Ría de Villaviciosa ($Q_{MCO} = 87 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Escenario de verificación: Se ha modelizado la actuación para el caudal de 100 años de periodo de retorno (Q_{100}) en el Arroyo las Fuentes y el caudal de 10 años de periodo de retorno (en la Ría de Villaviciosa ($Q_{10} = 169 \text{ m}^3/\text{s}$)).

Las distintas cuencas afectadas por la ejecución de las obras proyectadas son las que se reflejan en la siguiente figura.

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

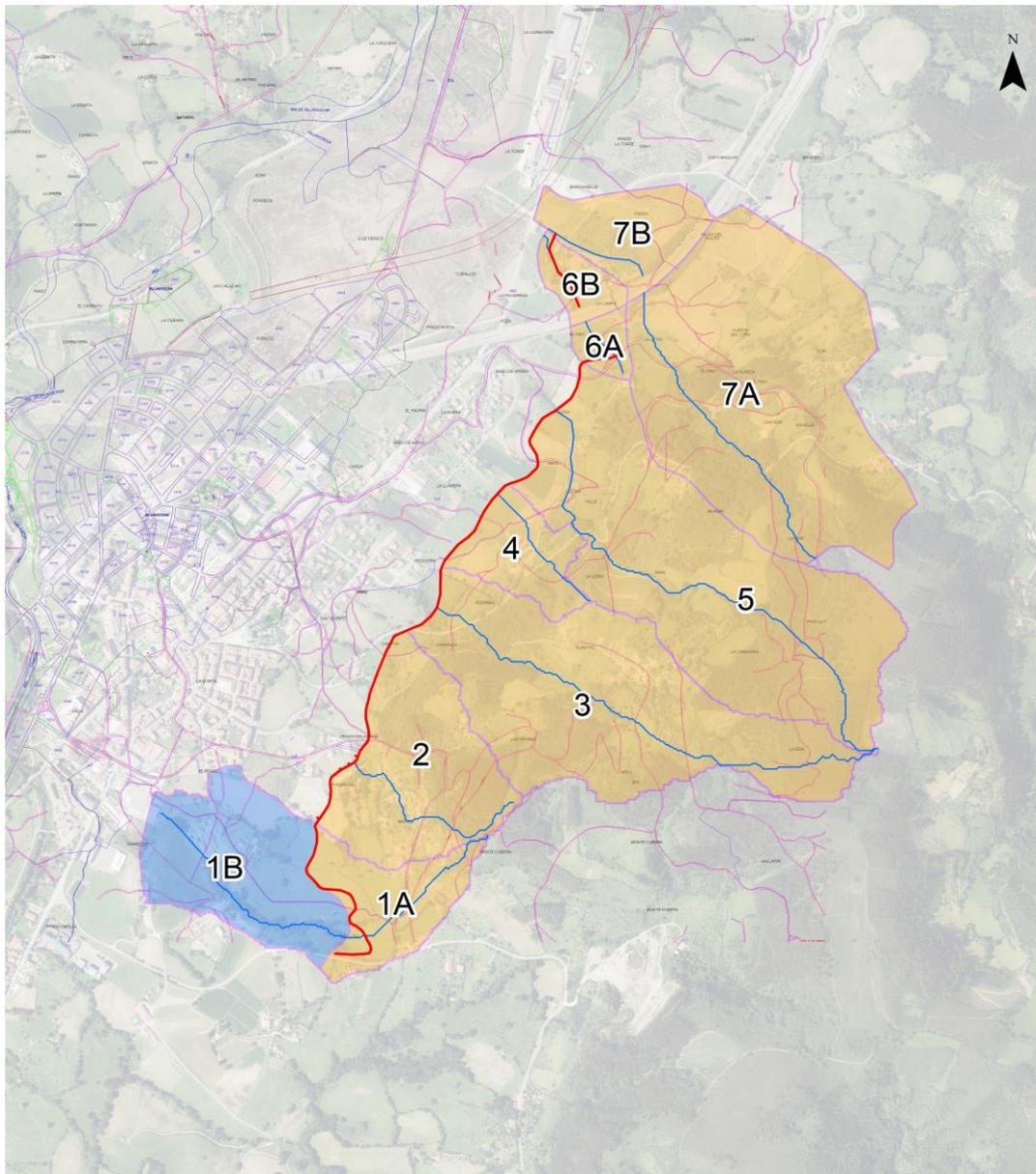


Figura 1. Cuencas de aportación estimadas en el diseño

Se incluyen como cuenca única de aportación al cauce las conformadas por las cuencas 1a a 6a para el total del cauce receptor y las cuencas 1a a 2 para el primer tramo del mismo cauce.

Los caudales de diseño utilizados para el dimensionamiento de las obras se han obtenido en el anejo de Climatología e Hidrología según el método racional. En la tabla siguiente se recogen estos caudales.

Tabla 2. Caudales punta empleados.

Cuenca	Caudales Q (m ³ /s). Método Racional					
	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años
1a-6a	4,77	6,04	7,34	8,67	9,82	13,33
1a-2	1,51	1,91	2,33	2,75	3,11	4,22

Dado que parte de las medidas propuestas consisten en la laminación de los caudales punta, se ha generado hidrograma para la zona del punto de vertido norte.

Se ha partido del hidrograma unitario del Soil Conservation Service de Estados Unidos para pequeñas cuencas:

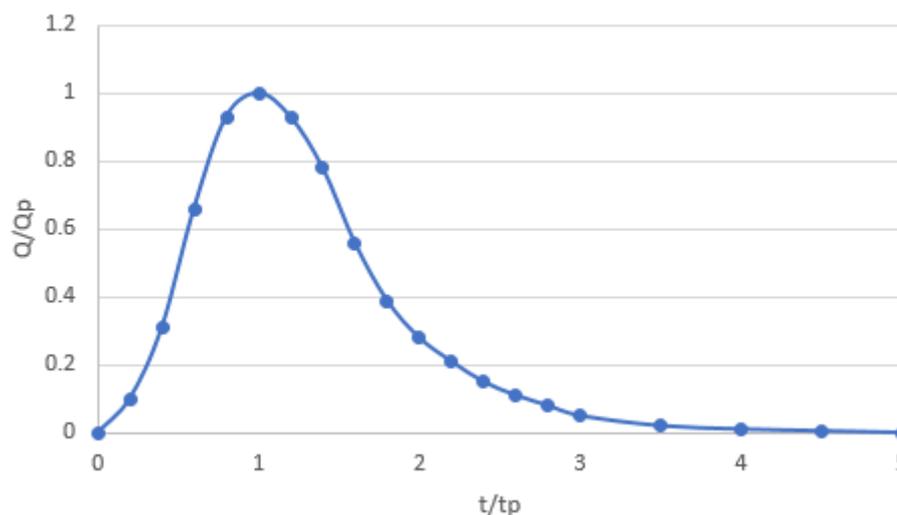


Figura 2. Hidrograma Unitario SCS.

A partir de los caudales punta y tiempos de concentración de las cuencas, se obtiene el siguiente hidrograma de entrada.

El hidrograma del Punto de Vertido Norte una vez detraído el caudal circundante por el colector de 1.800 mm de conexión entre el cauce receptor y el drenaje de la N-632.

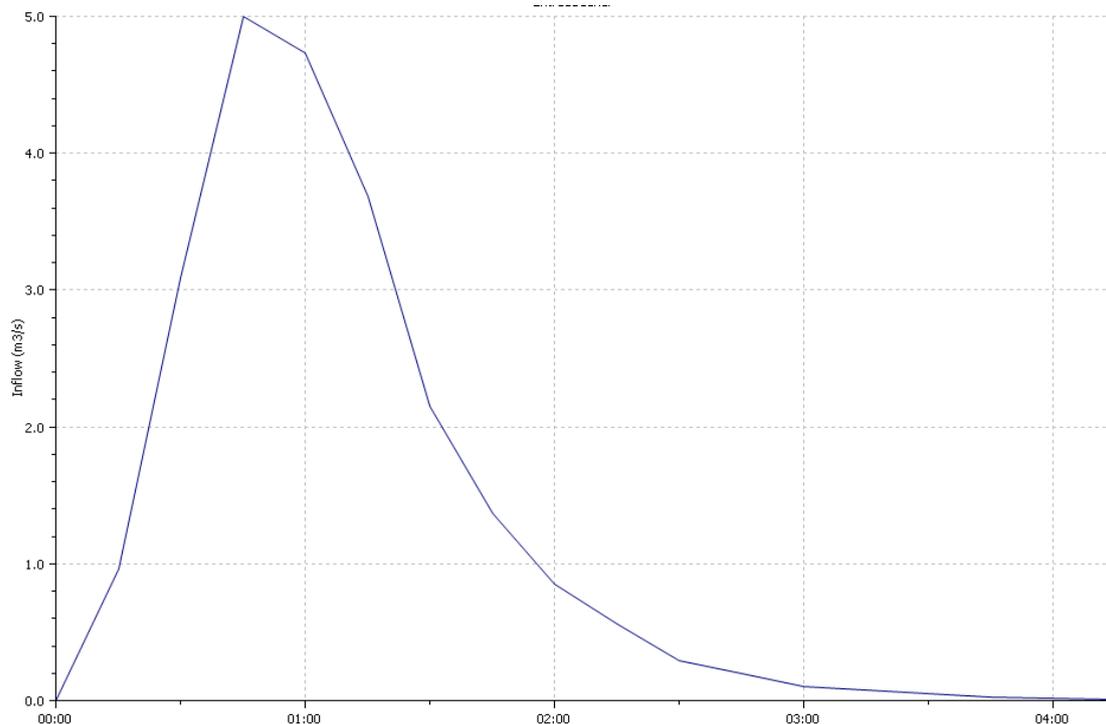


Figura 3. Hidrograma de entrada punto de vertido norte $T=100$ post-operacional. Caudal restante cuenca 3a-8a posterior al vertido a colectores de 1800 mm (N-632)

3. MODELO HIDRÁULICO

3.1. INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS METODOLÓGICA

Para las simulaciones hidráulicas, como se ha comentado, el software utilizado ha sido el modelo bidimensional InfoWorks ICM.

El estudio hidráulico realizado permite un alto nivel de detalle, pudiendo estudiar con precisión los calados y velocidades que alcanza el flujo de la lámina de agua en cada punto de la zona de simulación.

El proceso seguido en el presente estudio ha sido el siguiente:

- Análisis de los tramos de estudio.
- Determinación de las zonas de simulación.
- Asignación y estimación de rugosidades (números de Manning), previo análisis detallado de la zona.
- Montaje del modelo hidráulico.
- Simulaciones previas de los tramos de estudio para los diferentes caudales de estudio.
- Ajuste de los modelos hidráulicos con la información disponible.

- Simulaciones definitivas de los tramos de estudio para los diferentes caudales de estudio.
- Post-proceso de los resultados generados por el modelo hidráulico.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

En este apartado se describe el modelo hidráulico de simulación 2D que ha sido construido para analizar la inundabilidad de los tramos asociados en el ámbito del proyecto.

El modelo de simulación hidráulica 2D se construye a partir de información de origen cartográfico como la topografía del terreno, o los usos del suelo para así obtener la resistencia del flujo, y también mediante información de tipo geométrico, como por ejemplo la geometría de las estructuras, obstáculos y muros.

Toda esta información, cuyo origen se ha descrito en apartados anteriores, es convenientemente tratada para poder ser introducida en el motor de cálculo del software InfoWorks y constituye la topología del modelo. La precisión y detalle con la que se definan estos elementos será determinante para optimizar los resultados a obtener durante el proceso de simulación.

Junto con esta información, hay que tener en cuenta otro tipo de información inherente a todo modelo matemático y que se corresponde con las condiciones de contorno, tanto internas como externas, las condiciones iniciales, y los parámetros de la simulación.

Los datos y elementos necesarios para construir el modelo hidráulico 2D en InfoWorks son:

- **Terreno:** MDTs de simulación.
 - **Capas de fondo:** Ortofotos de la zona, Shapes de cauces, Cartografía de detalle.
 - **Zona de simulación 2D:** Es la zona donde se realiza el mallado y el cálculo bidimensional.
 - **Zonas de rugosidad:** Se agregan zonas con diferentes rugosidades asociadas al terreno.
 - **Condiciones iniciales:** Se marcan al principio del modelo.
 - **Condiciones de contorno:** Donde se definen las condiciones de entrada (hidrogramas de entrada) y de salida del modelo.
 - **Condiciones internas:** En las que se incluyen puentes, muros y otras infraestructuras transversales.
 - **Parámetros de simulación:** Se definen los parámetros de cálculo para la ejecución del modelo construido.
- **Terreno:** Se ha creado un MDT a partir de la cartografía y los levantamientos topográficos, así como de los trazados en 3D de las obras proyectadas.

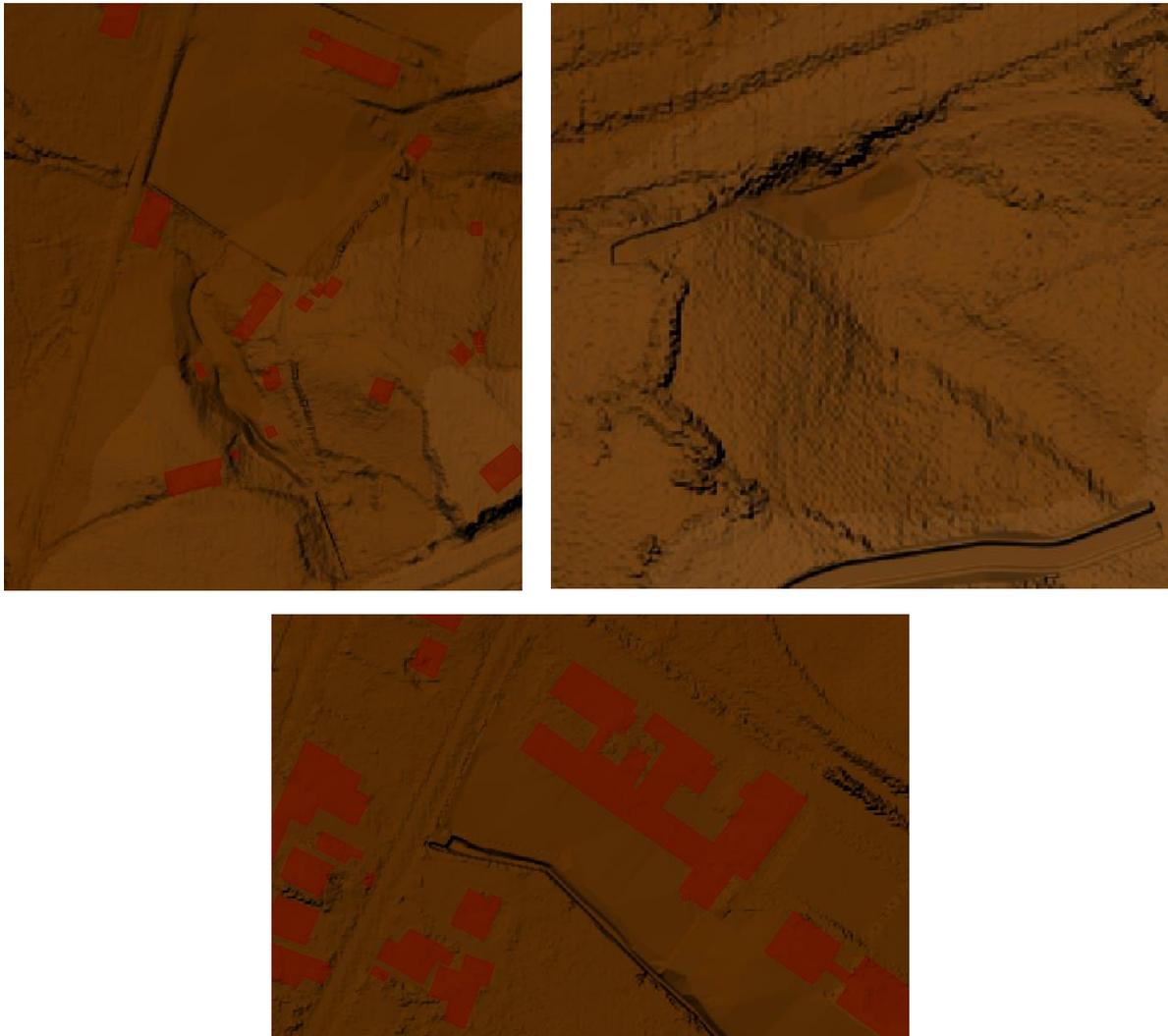


Figura 4. MDTs generados.

- Polígonos de rugosidades:** Se han definido polígonos de rugosidad a los que se les ha aplicado una de las zonas de rugosidad empleadas, cada una de ellas con un número de Manning que las define.

Tabla 3. Rugosidades consideradas.

Zona de rugosidad	Nº de Manning
Agua	0,03
Arbolado	0,08
Arbolado disperso	0,065
Cauce	0,025-0,045

Canal	0,02-0,03
Conductos	0,013-0,017
Cultivos	0,03-0,04
Cultivos de arbolado	0,055
Cultivos herbáceos	0,04
Desnudo	0,03
Industrial	0,025
Marisma	0,04
Matorral	0,065
Pastos	0,035
Pastizal arbolado	0,045-0,05
Ribera	0,070,12
Urbano	0,022-0,025
Viales	0,016

- **Estructuras:** Se han simulado tanto las obras de drenaje y puentes, como los muros existentes, y las estructuras proyectadas.
- **Condición de contorno:** La condición de contorno aguas abajo del modelo es la de calado normal. Además, se ha introducido el nivel de la marea (2,54 m). Tal y como se ha indicado anteriormente, se ha considerado la Ría de Villaviciosa en régimen permanente, con un caudal equivalente a la punta de la máxima crecida ordinaria, mientras que en las entradas de los arroyos se han introducido los hidrogramas indicados en el apartado anterior.

Decir que se ha realizado un modelo hidráulico unidimensional (1D) en InfoWorks ICM, en la zona del colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje de la N-632, dadas las características singulares del mismo que hacen necesario y hacerlo en este tipo de modelización 1D.

4. SITUACIÓN ACTUAL

Con el objetivo de proyectar las medidas correctoras necesarias, se ha modelizado la situación actual en el arroyo de las Callejas.

En la situación actual se ha introducido el caudal generado de manera natural por las cuencas vertientes, así como las obras de drenaje existentes. Se ha considerado la marea en su punto más alto, tal y como se indica en el apartado anterior, además se ha modelizado el arroyo con caudal de 100 años de periodo de retorno (Q_{100}) y el cauce receptor con el caudal correspondiente a la máxima crecida ordinaria.

En la siguiente imagen se muestra la situación actual en el punto de vertido norte. Se observa que dada la poca capacidad hidráulica de la ODT situada bajo la nacional, para el caudal generado por la tormenta de 100 años de periodo de retorno, se inundan los terrenos circundantes a esta.

Esta situación se ve agravada al encontrarse los terrenos más cercanos a la desembocadura afectados directamente por la marea.



Figura 5. Situación actual en el entorno del vertido norte.

En el Apéndice 1 se muestran tablas de resultados en diferentes puntos del terreno ofrecidos por el modelo hidráulico, con el detalle de diferentes variables hidráulicas.

5. SITUACIÓN FUTURA. OBRAS PROYECTADAS

El objeto de este apartado es el cálculo hidráulico de las obras proyectadas en el presente proyecto y comprobar por lo tanto su capacidad hidráulica.

Para su análisis, las zonas de actuación se han separado en 3 zonas de actuación:

- Cauce receptor.
- Colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje de la N-632 bajo A-8.
- Punto de vertido norte N-632 (arroyo de las Callejas).

5.1. CAUCE RECEPTOR PRINCIPAL

El pre-dimensionamiento del cauce receptor, se ha realizado mediante el empleo de la fórmula de Manning, cuya expresión matemática es la que se indica a continuación:

$$i = \frac{n^2 v^2}{R_h^{4/3}}, \text{ siendo:}$$

- i (m/m)= pendiente hidráulica. En el caso de tratarse de flujo en régimen permanente y uniforme, la pendiente hidráulica coincide con la pendiente geométrica.
- n = coeficiente de rugosidad de Manning.
- v (m/s)= velocidad media en el conducto.
- R_h (m)= radio hidráulico, resultante de dividir la superficie mojada (S) entre el perímetro mojado (P_m).

Los coeficientes de Manning considerados han sido:

Tabla 4. Rugosidad considerada en el pre-dimensionamiento del cauce.

MATERIAL DE LA CONDUCCIÓN	n
Hormigón armado	0,013
Canales	0,022

La fórmula de Manning se puede expresar en función del caudal teniendo en cuenta la ecuación de la continuidad:

$$Q = v \cdot S \text{ , siendo:}$$

- Q (m^3/s) = caudal en el colector/ cauce.
- v (m/s)= velocidad.
- S (m^2)= sección de colector/cauce.

De esta manera, conocido el caudal que circula por el colector / cauce y considerando unas determinadas características geométricas del colector, se obtiene el calado de agua.

En cuanto a las comprobaciones de los resultados obtenidos que aseguren el correcto funcionamiento hidráulico de cada colector /cauce estudiado, éstas han sido las señaladas en las Especificaciones Técnicas Básicas de la Confederación Hidrográfica del Norte para conducciones por gravedad:

- El calado relativo (y/D) para el caudal máximo de proyecto ha de ser menor, como norma general, a 0'75.
- La velocidad máxima ha de ser, siempre que sea posible, inferior a 3 m/s.
- La velocidad mínima, correspondiente a caudal mínimo, ha de ser, siempre que sea posible superior a 0,6 m/s.

El proceso de cálculo seguido en este Anejo ha sido hallar, para un caudal y unas características geométricas determinadas de cada colector o cauce, el calado que se origina, comprobándose después el calado relativo a caudal máximo y adoptándose el diámetro/ sección necesario para la evacuación de dicho caudal.

En cuanto a los valores de caudal a considerar en el cálculo, estos dependen de la cuenca interceptada, adoptándose que para un caudal para un periodo de retorno de $T= 100$ año, la capacidad del colector/ cauce está en torno al 85 % de su capacidad, dejando un resguardo capaz de absorber la avenida de 500 años de periodo de retorno, en zonas de afección a edificaciones existentes, hasta el desvío del arroyo Cuartel.

Una vez pre-dimensionado el cauce se ha realizado un modelo hidráulico bidimensional en InfoWorks ICM.

En dicho modelo se han calculado dos escenarios: el T 100 para comprobar la capacidad hidráulica del cauce; y el T 5 para establecer la altura de la escollera. Además, tras calcular las dimensiones de la escollera se ha cambiado el valor de la rugosidad por 0,03, ajustándose este coeficiente de Manning mejor a la realidad de las obras proyectadas.

A partir de los resultados obtenidos, en el transcurso del trazado de este cauce, se han proyectado las siguientes secciones tipo:

- Cauce Sección tipo 1:
 - Base: 1,5 m

- Calado: 1 m
- Talud: 3/2

- Cauce Sección tipo 2:
 - Base: 2 m
 - Calado: 1 m
 - Talud: 3/2

- Cauce Sección tipo 3:
 - Base: 1,5 m
 - Calado: 1 m
 - Talud: 3/2

- Marco Sección tipo 4:
 - Base: 2 m
 - Calado: 2 m

- Cauce Sección tipo 5:
 - Base: 2,6 m
 - Calado: 1,6 m
 - Talud: 3/2

- Cauce Sección tipo 6:
 - Base: 5 m
 - Calado: 0,7 m
 - Talud: 3/2

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)



Figura 6. Trazado del cauce receptor. Secciones tipo 1,2 y 3 con Q_{100} .



Figura 7. Trazado del cauce receptor. Sección tipo 5 con Q_{100} .

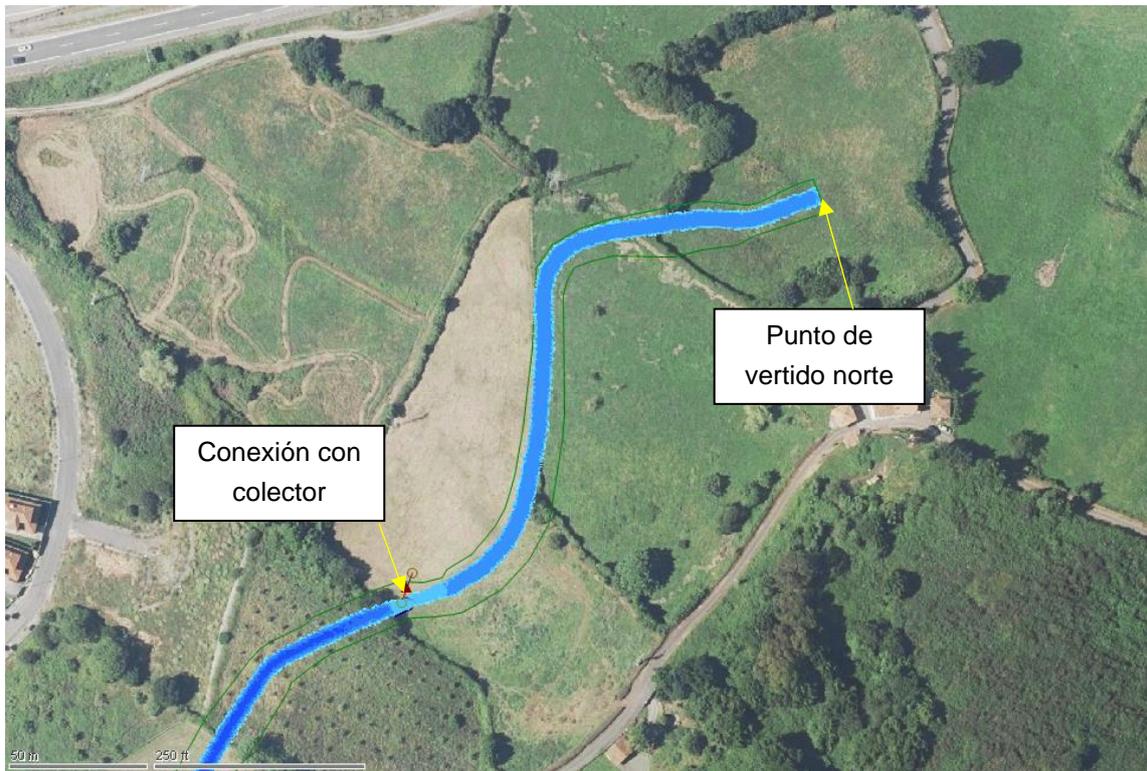


Figura 8. Trazado del cauce receptor. Secciones tipo 5 y 6 con Q_{100} .

5.2. COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632.

Con el fin de evacuar las avenidas con caudales punta de hasta $5 \text{ m}^3/\text{s}$ se ha diseñado un colector que conduzca el agua desde el cauce receptor hasta el drenaje existente bajo la N-632.

En la siguiente imagen se muestra el trazado en planta del colector.



Figura 9. Trazado del colector propuesto.

Se ha simulado el trazado del colector utilizando el programa InfoWorks ICM.

5.3. PUNTO DE VERTIDO NORTE

Una vez analizada la problemática actual, se llega a la conclusión de que en los periodos en los que la marea esté alta, no se va a poder evacuar el agua generada por la cuenca, ni en el escenario actual ni en el post-operacional.

Por este motivo se ha procedido a diseñar las siguientes medidas correctoras que garanticen que la actuación propuesta no supone un aumento de los posibles daños generados por la inundación, así como, corregir la afección existente sobre la vivienda ubicada junto al drenaje de la N-632.

Las medidas propuestas van encaminadas a solucionar los problemas de capacidad de las obras de drenaje existentes, así como dotar al arroyo de una zona de laminación de avenidas.

A continuación, se describen las medidas introducidas en el modelo de cálculo:

- Colocación de ODT de ϕ 600 mm bajo el camino de servicio de la autovía: se ha dimensionado la ODT con capacidad para evacuar el caudal correspondiente a la avenida de 10 años de periodo de retorno, tal y como establece en su apartado 5.1. la Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero).

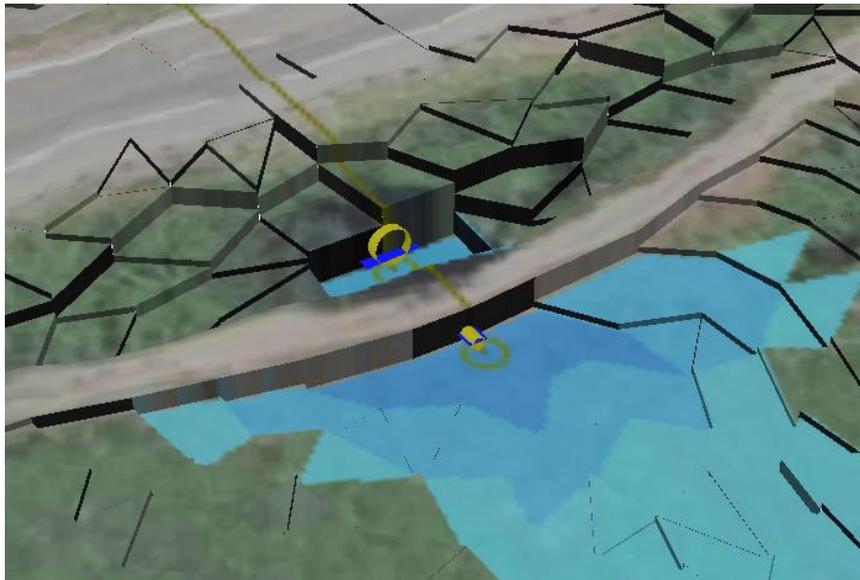


Figura 10. Tubo de 600 mm bajo camino de servicio. $T = 10$ años.

- Sustitución por tubos de ϕ 1000 mm las obras de drenaje existentes sobre el cauce.



Figura 11. Localización de los drenajes a ampliar.

- Sustitución del tubo de $\phi 400$ mm y construcción de mota: Se ha proyectado la eliminación del tubo de 400 mm de diámetro y la construcción de un cauce de 1,5 m de ancho y 1 m de alto, con el mismo trazado que el drenaje existente. Se ha modelizado una mota de 1,5 m de altura junto a la vivienda afectada.



Figura 12. ODT a reemplazar por cauce a cielo abierto.



Figura 13. Mota de 1,5 m proyectado.

- Generación de una zona de laminación de avenidas y restauración de los hábitats 6510 y 1330. Con el fin de laminar las avenidas en periodos de pleamar, se ha proyectado una cuenca de infiltración capaz de albergar 17.000 m³, drenándose en la bajamar a través de la ODT existente en la N-632



Figura 14. Ubicación del área de laminación.

5.4. RESULTADOS DE LAS MODELIZACIONES HIDRÁULICAS

5.4.1. CAUCE RECEPTOR

Tal y como se ha indicado anteriormente, el cauce se ha dimensionado para la avenida de 100 años de periodo de retorno, dejando un resguardo para absorber los caudales correspondientes a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Para el dimensionamiento de la escollera se ha simulado además el caudal de 5 años de periodo de retorno.

A continuación, se muestra una figura donde aparecen representados los puntos de control ubicados en el modelo hidráulico, para el análisis de los resultados.



Figura 15. Situación de puntos de control a lo largo de la traza del cauce donde se han evaluado los resultados.

De forma sintética se indican los valores máximos obtenidos en las diferentes secciones modelizadas con los caudales correspondientes a los periodos de retorno de 5 y 100 años:

Tabla 5. Valores máximos alcanzados en las diferentes secciones tipos del cauce.

Sección tipo	Q ₅			Q ₁₀₀	
	Calado máx.(m)	Velocidad máx.(m/s)	Altura escollera (m)	Calado máx.(m)	Velocidad máx.(m/s)
1	0,52	1,38	0,7	0,83	2,17
2	0,54	1,15	0,7	0,82	1,34
3	0,51	2,07	1	0,74	2,88
4	1,03	1,22		1,30	1,45
5	0,92	2,05	1	1,40	2,63
6	0,29	1,09	0,3	0,65	1,73

Para el establecimiento de la altura a la que debía llegar la escollera en las secciones del cauce se ha tomado como referencia los calados correspondientes al Q₅ en cada tramo, redondeándose a un valor que constructiva y operativamente sea manejable.

En el **Apéndice 1** se muestran tablas de resultados ofrecidos por el modelo hidráulico en diferentes puntos del terreno de una manera más detallada a lo largo de la traza del cauce receptor, tanto para el periodo de retorno de 5, como el de 100 años.

5.4.2. COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632.

El cálculo hidráulico del colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje existente de la carretera N-632, se ha realizado mediante el empleo de la formulación incorporada en el programa InfoWorks ICM, la cual se resume a continuación:

En InfoWorks los elementos del modelo de la red de drenaje se representan mediante nodos (pozos de registro y sumideros), conductos (tuberías) y subcuencas (que recogen la escorrentía de manzanas y viales).

Estos elementos se denominan unidimensionales pues presentan sección constante y la resolución de las ecuaciones hidráulicas se realiza con la condición implícita de que el flujo en ellos solo puede ser paralelo a su eje (caso de tuberías de la red subterránea).

En la imagen adjunta se representan nodos y conductos del modelo unidimensional bajo la superficie de los viales.

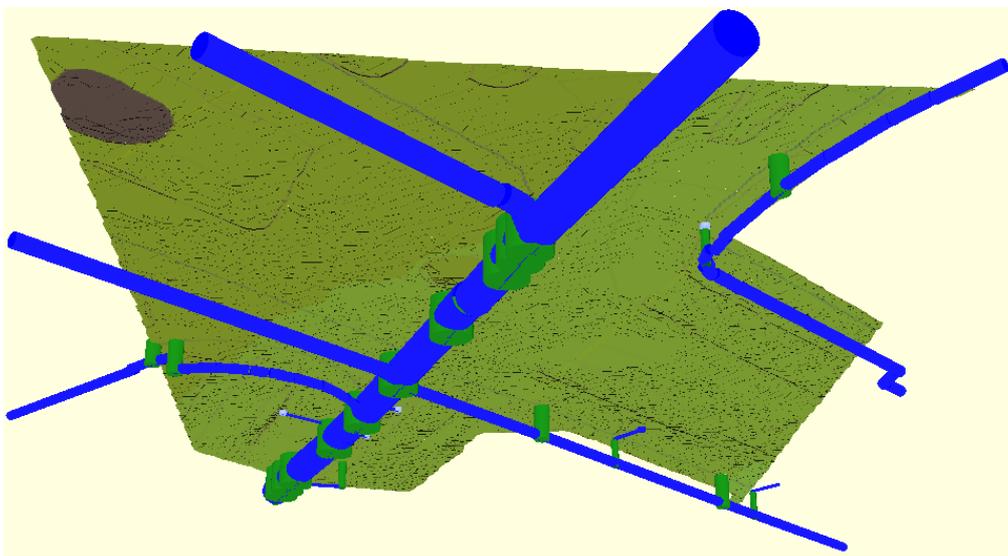


Figura 16. Imagen 3D con modelo de elementos de la red de drenaje subterránea: Pozos (en verde) y tuberías (en azul).

Principales características del cálculo unidimensional:

- Resuelve las ecuaciones completas de Saint Venant.
- Resuelve las ecuaciones mediante iteraciones, lo cual le da la mayor precisión, asegurando la convergencia de la solución.
- No está restringido por el criterio de estabilidad de Courant (CFL), lo cual asegura la estabilidad del modelo.

Definición de tuberías y conductos

En InfoWorks un conducto se representa como un enlace de longitud definida entre dos nodos. La condición de frontera entre dicho enlace y un nodo es bien de salida o de pérdida de carga. Por otro lado, la pendiente de un conducto se define mediante las cotas de las soleras en cada extremo de éste.

Se pueden seleccionar una gran variedad de formas de la sección transversal predefinidas, tanto para secciones cerradas como para cauces abiertos. Los tramos circulares se definen mediante una única dimensión (diámetro) y los demás por la altura y la anchura. También se pueden introducir formas de sección transversal adicionales mediante la definición de una relación altura / anchura adimensional.

Se pueden asignar dos valores diferentes de rugosidad hidráulica: uno para el tercio inferior del conducto y otro para el resto. Asimismo, se puede definir una capa de sedimento pasivo en el fondo del conducto.

Ecuaciones empleadas

Las ecuaciones empleadas en la resolución del modelo hidráulico en lámina libre son las ecuaciones de Saint-Venant (Yen, 1973). Éstas se corresponden con las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} v = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

Donde:

- Q - caudal (m³/s)
- A – área de la sección transversal (m²)
- g – aceleración de la gravedad (m/s²)
- θ - inclinación del lecho respecto a la horizontal (grados)
- S₀ – pendiente del lecho
- K - transporte

La ecuación del transporte se basa en las expresiones de Colebrook-White o de Manning, dependiendo del tipo de rugosidad escogida.

El modelo de ecuaciones que gobiernan el flujo en las tuberías en presión difiere en que el ancho de la superficie libre se sustituye conceptualmente por un término relativamente pequeño:

$$B = \frac{gA_f}{C_p^2}$$

Donde:

- B – ancho de la superficie libre (m)
- g – aceleración de la gravedad (m/s²)
- A_f – área completa de la tubería (m²)
- C_p – velocidad completa de la onda de presión en la tubería (m/s)

Transición del flujo en lámina libre a flujo en presión

La solución de las ecuaciones de Saint-Venant puede extenderse al flujo en presión mediante la introducción de una ranura estrecha (ranura Preissmann) en la parte superior de la tubería (Cunge y Wegner, 1964). Se permite así una transición suave entre el flujo en superficie libre y en presión. La ranura Preissmann es una ranura imaginaria, vertical y estrecha, que proporciona una superficie libre simulada del flujo cuando el nivel del agua se halla por encima de la parte superior de un conducto cerrado.

La anchura de la ranura en sí se define de tal manera que la celeridad de la onda en la ranura es diez veces mayor que en la mitad de la altura del conducto. Esto permite la modelización precisa del flujo a presión (Gómez, 1992) para una anchura de la ranura que es del 2% de la total del conducto.

En el caso de un cauce abierto de la geometría se extrapola si el nivel en el conducto excede la altura del revestimiento.

Adicionalmente, cada conducto se divide en N puntos computacionales discretos espaciados regularmente cada 20 veces el diámetro del conducto.

El esquema de 4 puntos de Preissmann (Preissmann, 1961) se utiliza para aproximar las ecuaciones de Saint-Venant, en el que las funciones y los derivados son reemplazados por los promedios ponderados en las cuatro esquinas de una caja en (x, t) el espacio:

$$f = \frac{\theta}{2} (f_{i+1}^{n+1} + f_i^{n+1}) + \frac{(1-\theta)}{2} (f_{i+1}^n + f_i^n)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\theta}{\Delta x} (f_{i+1}^{n+1} - f_i^{n+1}) + \frac{(1-\theta)}{\Delta x} (f_{i+1}^n - f_i^n)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2\Delta t} (f_{i+1}^{n+1} + f_i^{n+1} - f_{i+1}^n - f_i^n)$$

Donde f_i significa $f(i\Delta x, n\Delta t)$

Por tanto, cada par de puntos adyacentes en un conducto se relaciona por la forma discreta de las ecuaciones de Saint-Venant, lo que resulta en $2N-2$ ecuaciones disponibles en cada conducto para describir el estado del flujo. En el caso de elementos de control, como vertederos, rejillas, bombeos, la vinculación entre ambos extremos se define mediante su ecuación de descarga.

Elección de ecuaciones para tuberías siempre en Presión

También es posible emplear el modelo en presión en lugar de las ecuaciones completas de Saint-Venant en las tuberías que se deseen, por ejemplo, para modelizar tuberías forzadas o sifones invertidos.

Las ecuaciones que gobiernan las tuberías en presión son:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

Donde:

- Q - caudal (m³/s)
- A – sección completa de la tubería (m²)
- g – aceleración de la gravedad (m/s²)
- S₀ – pendiente del lecho
- K – transporte de la sección completa

Este modelo resulta más preciso que el de las ecuaciones completas de St. Venant, ya que determina perfectamente las velocidades y volúmenes, pues no asigna caudales de base o ranura de Preissmann a cada tubería.

Condición de Contorno y Ecuación de Continuidad

El sistema de ecuaciones locales para cada conducto se completa mediante la especificación de una condición de contorno en cada extremo, en la forma:

$$f(Q_i, y_i, Y_i) = 0$$

El sistema de ecuaciones se completa con la ecuación de continuidad, que ha de cumplirse en cada nodo interno del conducto:

$$Q_i + \sum B_j Q_j = A_l \frac{dY_l}{dt}$$

Esta última expresión se resuelve mediante el método de Euler implícito.

A continuación se muestran los principales resultados de cálculo obtenidos, así como el perfil longitudinal de la tubería.

Tabla 6 Resultados obtenidos en el colector propuesto

ID Nodo Aguas Arriba	Caudal (m ³ /s)	Llenado del colector (tanto por uno)	Aguas Arriba				Aguas Abajo			
			Calado (m)	Número de Froude	Carga Total (m AD)	Velocidad (m/s)	Calad o (m)	Número de Froude	Carga Total (m AD)	Velocidad (m/s)
P01	4,88	0,36	0,654	2,685	96,08	5,84	0,654	2,685	95,393	5,84
P02	4,88	0,36	0,654	2,687	91,582	5,844	0,654	2,687	90,895	5,844
P03	4,88	0,36	0,654	2,687	87,188	5,844	0,654	2,687	86,495	5,844
P04	4,88	0,36	0,654	2,686	83,996	5,842	0,654	2,686	83,294	5,842
P05	4,88	0,36	0,654	2,686	80,575	5,842	0,654	2,686	79,894	5,842
P06	4,88	0,36	0,654	2,688	78,486	5,845	0,654	2,688	77,796	5,845
P07	4,88	0,36	0,654	2,685	75,087	5,841	0,654	2,685	74,394	5,841
P08	4,88	0,36	0,654	2,687	71,982	5,844	0,654	2,687	71,295	5,844
P09	4,88	0,36	0,654	2,688	68,824	5,845	0,656	2,668	68,121	5,815
P10	4,88	0,36	0,654	2,683	68,133	5,838	0,654	2,683	67,692	5,838
P11	4,88	0,36	0,654	2,689	67,266	5,847	0,654	2,689	66,597	5,847
P12	4,88	0,63	0,744	2,096	62,831	4,914	1,132	0,939	61,744	2,895
P13	4,88	0,86	1,03	1,357	62,351	4,723	1,03	1,357	60,729	4,723

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

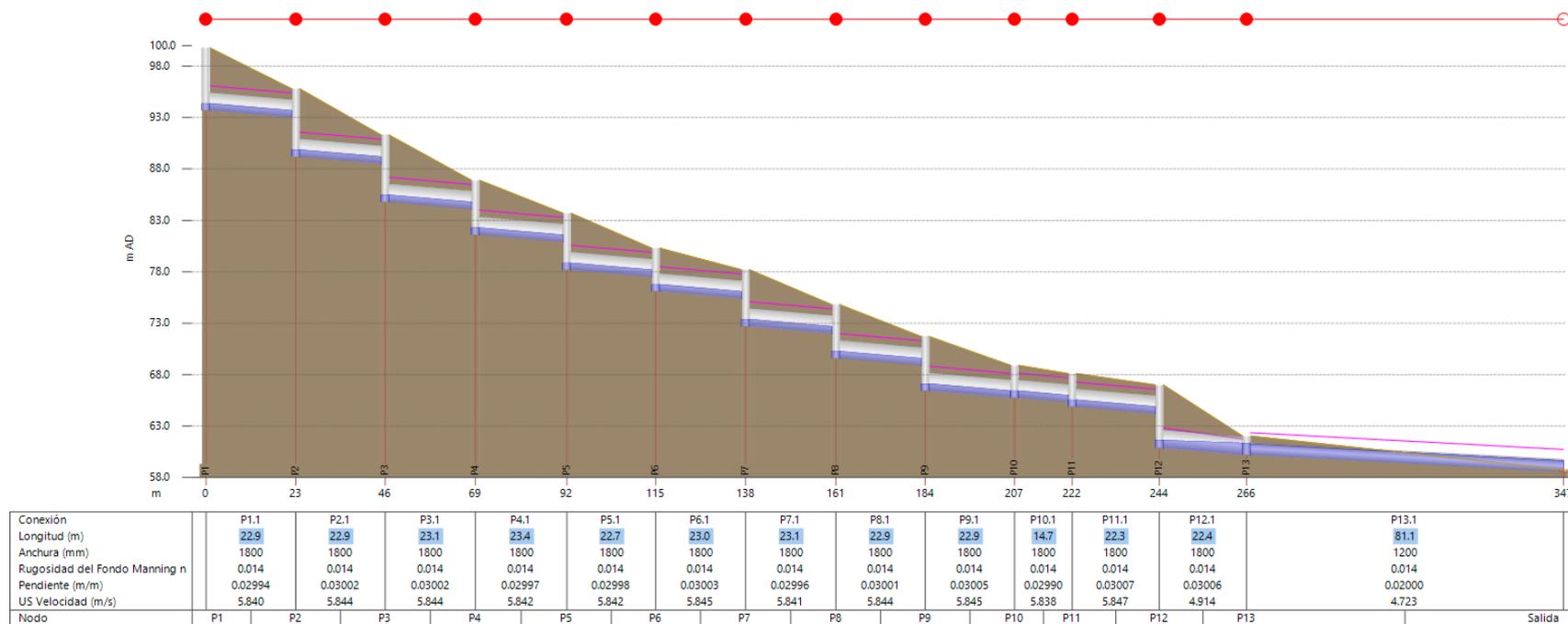


Figura 17. Perfil longitudinal del colector propuesto.

5.4.3. PUNTO DE VERTIDO NORTE

De igual forma que se ha procedido en el resto de zonas estudiadas, se han establecido una serie de puntos de control a lo largo del modelo hidráulico realizado en esta zona del vertido norte, los cuales se muestran a continuación:



Figura 18. Situación de puntos de control en la zona del vertido norte.

Tal y como se observa en la siguiente imagen, la ejecución de una zona de laminación de avenidas de 17.000 m³ junto a la carretera N-632 así como la construcción de una mota de 1,5 m en el límite de la vivienda existente, evitan la inundación en la zona, permitiendo el drenaje a través de la ODT existente en periodos de bajar.

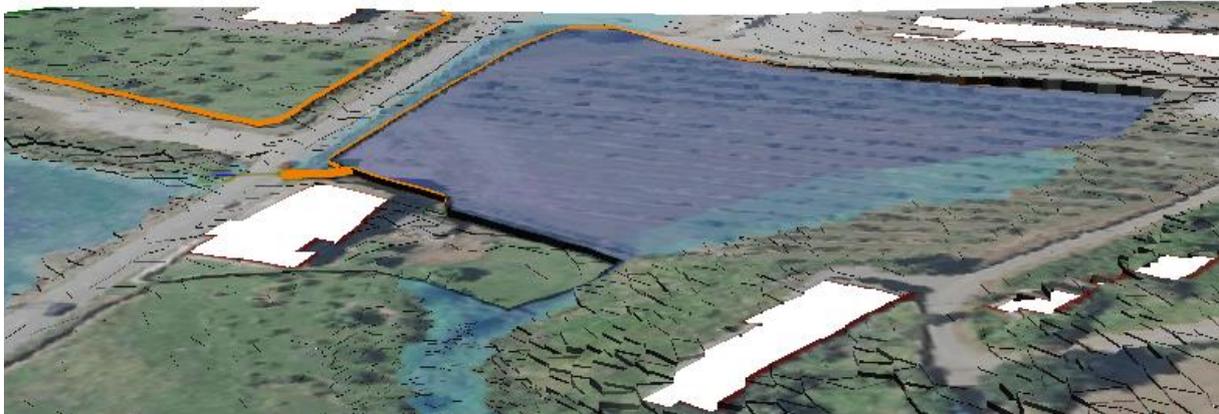


Figura 19. Zona de laminación junto a N-632.

A continuación se muestran los valores de velocidad en el interior de los colectores y los calados generados aguas arriba de la entrada de las ODT proyectadas y existentes.

Tabla 7. Valores máximos alcanzados aguas arriba de los colectores modelizados. Punto de vertido norte.

Denominación ODT	Calado máx. (m)	Velocidad máx. (m/s)
ODT ϕ 600 mm bajo camino de servicio	1,29	7,81
ODT ϕ 1800 mm bajo A-8	0,53	7,4
ODT ϕ 1000 mm bajo Camino de Santiago	0,69	6,83
ODT ϕ 1000 mm bajo acceso a finca	0,91	6,79
ODT ϕ 800 mm bajo N-632	1,36	1,88

Tanto la ODT ϕ 600 mm bajo camino de servicio, como la ODT ϕ 800 mm bajo N-632 generan sobreelevaciones de la lámina de agua aguas arriba de las mismas.

La ODT del camino de servicio, se ha diseñado con capacidad para evacuar el caudal de período de retorno de diez años, siendo inundable con caudales mayores, tal y como establece la norma 5.2-IC “drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras”.

En el caso de la ODT bajo la N-632, al estar condicionada la capacidad de drenaje por el estado de la marea, las medidas proyectadas tienen como objetivo acumular el agua hasta que la bajada de la marea permita su evacuación. Se ha comprobado que con dicha sobreelevación, la carretera N-632 no se ve afectada.

Tal y como se observa, debido a las fuertes pendientes existentes, las velocidades alcanzadas son excesivas, por lo que se instalarán elementos de disipación en la salida de las ODT.

En el **Apéndice 1** del presente Anejo se adjuntan los resultados de las variables hidráulicas más significativas de las modelizaciones en situación actual y proyectada.

6. CÁLCULO MECÁNICO DE COLECTORES

6.1. INTRODUCCIÓN

Se realizan en el presente apartado los cálculos mecánicos de los colectores definidos en el proyecto con el objetivo de comprobar que son capaces de resistir, con coeficientes de seguridad adecuados, las cargas externas a las que van a estar sometidos a lo largo de su vida útil.

Estos colectores son los que se indican a continuación:

- Colector de hormigón armado (HA) de diámetro nominal DN 600 mm, que se colocará bajo el camino de servicio de la autovía A-8.
- Colector de hormigón armado (HA) de diámetro nominal DN 1000 mm, que se colocará sustituyendo las obras de drenaje existente sobre el cauce.
- Colector de hormigón armado (HA) de diámetro nominal DN 1800 mm, colector de conexión entre el cauce receptor y el drenaje de la N-632.

6.2. CÁLCULO DE LOS COLECTORES DE HORMIGÓN ARMADO

El cálculo mecánico de las tuberías de hormigón armado sin presión se ha realizado mediante la aplicación de la norma UNE 127.010 que recoge el procedimiento de cálculo mecánico para tuberías colocadas en zanja, en terraplén, en zanja terraplenada o zanja inducida en terraplén, así como determina las acciones que se producen sobre ellas.

6.2.1. TIPOS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

Un tubo se considera colocado en zanja cuando la cota de la generatriz superior del tubo está por debajo de la rasante del terreno primitivo; en caso contrario, cuando la generatriz está por encima de la rasante del terreno, el tubo se considera colocado en terraplén. La tercera opción de colocación, en zanja terraplenada, consiste en rellenar la zanja del tubo y efectuar un terraplén sobre la misma. Y, finalmente, la colocación de un tubo en zanja inducida en terraplén implica disponer el tubo en una zanja excavada en un terraplén ya compactado.

Los tipos de instalación a contemplar en los cálculos mecánicos del proyecto son, para el caso de tuberías de hormigón, mediante zanja.

6.2.2. CARGAS SOBRE LA TUBERÍA

6.2.2.1. Carga originada por el relleno de tierras

La Norma UNE 127.010 aplica la teoría de Marston para calcular las acciones producidas en una tubería instalada en zanja por el peso de las tierras que gravitan encima de ella. Este método tiene en cuenta

el peso del relleno y las fuerzas de rozamiento que se originan en el mismo, así como la compactación del relleno lateral. Según sea el tipo de instalación del tubo, las fuerzas de rozamiento provocan un aumento o una disminución del peso del relleno de tierras situado por encima del tubo. Así, en instalación en zanja, tanto el relleno como el apoyo sufren un asentamiento respecto al terreno original, por lo que se producen unas fuerzas de rozamiento que provocan una disminución del peso del relleno situado por encima de la tubería.

En instalaciones en terraplén la teoría considera un prisma central de relleno limitado por los planos verticales tangentes a la tubería, de menor altura que los prismas exteriores. Debido a que el asiento de estos prismas es mayor que el del prisma central, se producen unas fuerzas de rozamiento sobre el prisma central que originan un aumento del peso del relleno sobre la tubería. Al aumentar la altura del relleno disminuye la diferencia de asentamiento, haciéndose nula en el denominado plano de igual asentamiento.

Para el cálculo de la carga vertical del relleno de tierras situado por encima la tubería, la teoría de Marston parte de suponer que dicha carga es el peso del prisma de tierras dispuesto por encima de la tubería menos la resistencia a cortante a lo largo de los lados verticales de dicho prisma. Para tener en cuenta este efecto de disminución mencionado anteriormente, se considera un coeficiente reductor que minorra el peso de dicho prisma teórico, y que depende del tipo de instalación, del diámetro del tubo, de las características del relleno y de la profundidad de enterramiento:

$$q_r = C_z * h_r * \gamma_r * b$$

siendo:

- q_r = carga vertical debida al peso de las tierras en kN/m.
- C_z = coeficiente reductor.
- γ_r = densidad del terreno expresada en kN/m³.
- h_r = altura de tierras sobre la clave del tubo en metros.
- b = ancho de zanja en la clave del tubo en metros.

En cuanto a la cohesión del terreno, se considera nula debido a que en suelos cohesivos se necesita bastante tiempo para que exista una cohesión efectiva entre el relleno y las paredes de la zanja, y en suelos poco cohesivos, ésta no aparecería nunca. Por tanto, si no se tiene en cuenta la cohesión, se obtiene la carga máxima probable sobre la tubería.

➤ **Características del relleno de tierras**

La Norma UNE 127.010 realiza una clasificación de las tierras de relleno que gravitan sobre la tubería de la manera que se indica en la siguiente tabla:

TIPO	CLASE DE RELLENO	$\lambda\mu'$	γ_r (kN/m ³)
1	Arcilla plástica	0,110	21,0
2	Arcilla ordinaria	0,130	19,2
3	Arena arcillosa	0,150	19,2
4	Arenas y gravas	0,165	17,6
5	Material granular sin cohesión (zahorras)	0,192	19,0

Siendo,

- γ_r = peso específico del terreno.
- λ = coeficiente de Rankine. Se calcula mediante la expresión:

$$\lambda = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right), \text{ donde } \mu = \operatorname{tg} \varphi \text{ es el coeficiente de rozamiento interno}$$

del relleno y φ es el ángulo de rozamiento interno.

- μ' = coeficiente de rozamiento del relleno contra los paramentos de la zanja. El valor de μ' se obtiene mediante la expresión $\mu' = \operatorname{tg} \varphi'$, siendo φ' el correspondiente ángulo de rozamiento.

➤ Instalación de la tubería en zanja

Como se ha indicado anteriormente, la carga producida por el relleno de tierras situado por encima de una tubería dispuesta en zanja se calcula mediante la expresión $q_r = C_z * h_r * \gamma_r * b$, determinándose en este caso el coeficiente reductor C_z mediante la fórmula:

$$C_z = \frac{1 - e^{-2\lambda\mu'(h_r/b)}}{2\lambda\mu'(h_r/b)}$$

Tanto el relleno como el apoyo sufren un asentamiento respecto al terreno original por lo que se producen unas fuerzas de rozamiento que provocan una disminución del peso del relleno situado por encima de la tubería.

Al aumentar la anchura de la zanja, la carga de las tierras se incrementa progresivamente hasta que iguala la carga producida por un terraplén con la misma altura de tierras sobre la clave del tubo. A la anchura de zanja en la que sucede esto se le llama anchura de transición.

6.2.2.2. Cálculo de cargas móviles

Una carga vertical uniforme q_u aplicada sobre la superficie de un relleno se puede asimilar a la acción gravitatoria de una terraplén equivalente de altura $h_q = q_u/\gamma_r$. La influencia de las cargas verticales aplicadas en superficie ha sido establecida en la teoría de Boussinesq, la cual calcula las presiones en profundidad en la hipótesis de un medio homogéneo, semi-infinito, elástico, isótropo, limitado por un plano superior y cargado en una zona determinada de dicho plano. No obstante, debido a que las condiciones reales de un relleno no pueden asemejarse a lo supuesto en esta hipótesis, la Norma UNE 127.010 adopta un procedimiento para el cálculo de cargas en profundidad originadas por la existencia de una carga en superficie consistente en suponer una carga que se transmite uniformemente en profundidad en el interior de un tronco de pirámide de igual pendiente. Las aristas de este tronco estarían redondeadas y sus caras laterales formarían un ángulo de 35° con la vertical.

Así pues, si se considera una carga actuante Q aplicada en la superficie de un terreno, el valor de la carga q_t que actúa sobre el plano tangente a la generatriz superior del tubo depende del tipo de instalación del tubo y se calcula de la siguiente forma:

➤ Instalación en zanja

$$q_t = q_Q \cdot D_e \quad (\text{t/m}), \text{ siendo } q_Q = \frac{Q \cdot 10^{\frac{h_r - z_0}{6b}}}{b \cdot (a_3 + 1,4 \cdot (h_r - Z_0))}$$

- D_e = diámetro exterior del tubo en metros.
- A_r = área de reparto en m^2 a una profundidad h_r de la carga Q aplicada en superficie en un rectángulo de dimensiones a_1 y a_2 .
- h_r = profundidad del plano de reparto en metros.
- b = anchura de la zanja en metros.
- $Z_0 = (b - a_2)/1,4$: cota límite de reparto a 35° en dirección transversal a la zanja, expresada en metros.
- $a_3 = a_1 + 1,4 \cdot Z_0$: longitud en metros del rectángulo de reparto a la profundidad Z_0 .

➤ Aplicación para los ejes de carga normalizados

Si se particularizan las expresiones anteriores para los ejes de carga normalizados (Eje de 7 t, Eje de 13 t y Eje de 60 t), las cargas que se obtienen son las que se indican a continuación:

◆ Tren de cargas I (Eje de 7 toneladas)

- Para $h_r \leq 1,21$ m, $q_q = \frac{3,5}{1,54 hr^2 + 0,7 hr + 0,06}$
- Para $h_r > 1,21$ m, $q_q = \frac{7,0}{1,54 hr^2 + 3,5 hr + 0,46}$

♦ **Tren de cargas II (Eje de 13 toneladas)**

- Para $h_r \leq 1$ m, $q_q = \frac{6,5}{1,54 hr^2 + 1,12 hr + 0,12}$
- Para $h_r > 1$ m, $q_q = \frac{13}{1,54 hr^2 + 3,92 hr + 0,52}$

♦ **Tren de cargas III (Eje de 60 t)**

- Para $h_r \leq 0,93$ m, $q_q = \frac{10}{1,54 hr^2 + 1,12 hr + 0,12}$
- Para $0,93 < h_r \leq 1$ m, $q_q = \frac{30}{1,54 hr^2 + 5,20 hr + 1,92}$
- Para $h_r > 1$ m, $q_q = \frac{60}{1,54 hr^2 + 8,12hr + 8,32}$

Dado que las cargas móviles se producen instantáneamente y no aumentan de forma continua, los valores de q_i obtenidos anteriormente se han multiplicar por un coeficiente, denominado coeficiente de impacto, que se calcula empleando la siguiente expresión:

$$C_i = 1 + \frac{0,3}{h_r}$$

Para profundidades mayores de tres metros, no se considera coeficiente de impacto, mientras que para profundidades superiores a 4 metros ya no se tienen en cuenta las cargas de tráfico.

A modo de resumen, para un tren de cargas determinado, los factores que determinan la carga actuante sobre una tubería enterrada son:

- **Profundidad:** es el factor determinante ya que la carga disminuye proporcionalmente al cuadrado de la profundidad, y a partir de un valor determinado de la misma, las cargas se

hacen muy pequeñas. Condiciona, además, el coeficiente de impacto, llegando a anularse éste a partir de una determinada profundidad.

- **Diámetro exterior:** la carga es directamente proporcional al diámetro exterior del tubo.
- **Coeficiente de impacto:** condiciona la carga en tubos con poco recubrimiento, introduciendo el efecto de la rapidez de la actuación de la carga.
- **Anchura de zanja:** cuando la tubería está colocada en zanja y la anchura de ésta es menor que la anchura de la superficie de reparto a la profundidad de la clave del tubo, la anchura de la zanja limita la superficie de reparto, e introduce el efecto de rozamiento del relleno contra las paredes laterales. En caso contrario coincide con el cálculo en terraplén.

6.2.3. CÁLCULO DE LA CLASE RESISTENTE EXIGIBLE A LA TUBERÍA

Se define en la Norma UNE 127.010 la carga de rotura como aquella carga que provoca el colapso de la tubería. Se produce en el momento en el que ya no se constata incremento de carga en el ensayo de aplastamiento. De esta manera, un tubo de hormigón armado ha de ser capaz de soportar una carga de rotura superior a la carga de rotura mínima, según su dimensión y clase resistente.

De la misma manera, esta Norma define la carga de fisuración como la carga que produce una fisura de apertura 0,3 mm en una longitud superior a 300 mm. Cualquier tubería de hormigón ha de ser capaz de soportar una carga de fisuración superior a $0,67 \cdot F_n$, según su dimensión y clase resistente, siendo F_n (kN/m) la carga de rotura mínima de ensayo.

La clase resistente exigible a una tubería se define en la Norma UNE 127.010 en función de la carga de cálculo, cuyo valor se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{CARGA DE CÁLCULO} = \frac{1,5 * q_{total}}{F_{ap} * D_i}$$

siendo:

- q_{total} = suma de todas las cargas sobre tubería en kN/m.
- F_{ap} = Factor de apoyo, que depende de la cama sobre la que se apoya la tubería y cuyos valores se indican detalladamente en la Norma UNE 127.010.
- D_i = diámetro interior de la tubería en metros.

Así pues, conocido el valor de la carga de cálculo y teniendo en cuenta la tabla que se adjunta a continuación, se determina la clase exigible a la tubería:

KN/m	CLASE
CARGA DE CÁLCULO ≤ 60	60
$60 \leq$ CARGA DE CÁLCULO ≤ 90	90
$90 \leq$ CARGA DE CÁLCULO ≤ 135	135
$135 \leq$ CARGA DE CÁLCULO ≤ 180	180

Esta tabla presenta las siguientes restricciones:

D_i (mm)	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180
300 a 800	*	SI	SI	SI
1000 a 1800	SI	SI	SI	SI
1800 a 2000	SI	SI	SI	**
2500 a 3000	SI	SI	**	**

* Diámetros no contemplados en la norma UNE 127.010 para clase 60.

** Diseños especiales no contemplados en la Norma cuyo dimensionamiento a propuesta del fabricante deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.

6.2.4. RESULTADOS DEL CÁLCULO MECÁNICO

Para el cálculo de las cargas actuantes sobre la tubería y la sección exigible a la misma se ha empleado el programa de ordenador ATHA, desarrollado por la Asociación de Tubos de Hormigón Armado.

Los cálculos se han realizado para la altura máxima de tierras que ha de soportar el colector y también para el recubrimiento mínimo, por ser la situación donde tienen más influencia las cargas del tráfico.

En el **Apéndice 2** del presente Anejo se adjuntan las fichas de salida del programa según la Norma UNE-127.010.

APÉNDICE 1. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

CAUCE RECEPTOR.

CAUCE RECEPTOR

Ubicación geográfica (X, Y) UTM ETRS 89. HUSO 30

Punto	X	Y
PK 120	303553,70	4816324,68
PK 140	303544,83	4816342,43
PK 160	303534,32	4816359,35
PK 180	303518,52	4816371,59
PK 200	303502,50	4816382,58
PK 220	303504,54	4816401,33
PK 240	303517,29	4816416,52
PK 260	303513,93	4816435,93
PK 280	303505,10	4816453,83
PK 300	303488,16	4816463,90
PK 320	303468,92	4816468,86
PK 340	303448,98	4816470,40
PK 360	303429,16	4816472,61
PK 380	303413,80	4816484,84
PK 400	303400,70	4816499,94
PK 420	303387,65	4816514,97
PK 440	303388,60	4816534,16
PK 460	303398,41	4816551,59
PK 480	303406,25	4816569,86
PK 500	303411,45	4816589,17
PK 520	303413,78	4816608,89
PK 540	303412,11	4816628,69
PK 560	303411,70	4816647,68
PK 580	303422,93	4816664,23
PK 600	303434,10	4816680,81
PK 620	303444,78	4816697,72
PK 640	303449,71	4816717,04
PK 660	303450,69	4816736,98
PK 680	303443,69	4816755,65
PK 700	303447,39	4816774,66
PK 720	303460,20	4816790,00
PK 740	303477,03	4816800,00
PK 760	303495,97	4816806,41
PK 780	303515,19	4816811,48
PK 800	303525,14	4816828,05
PK 820	303531,29	4816846,89
PK 840	303543,63	4816862,60

Punto	X	Y
PK 860	303552,76	4816880,01
PK 880	303551,82	4816899,87
PK 900	303543,87	4816917,93
PK 920	303541,25	4816936,97
PK 940	303547,32	4816956,02
PK 960	303553,14	4816975,16
PK 980	303557,28	4816994,61
PK 1000	303557,04	4817014,61
PK 1020	303561,92	4817033,04
PK 1040	303572,94	4817049,73
PK 1060	303583,49	4817066,72
PK 1080	303593,80	4817083,85
PK 1100	303604,11	4817100,99
PK 1120	303614,20	4817118,26
PK 1140	303623,86	4817135,77
PK 1160	303634,38	4817152,68
PK 1180	303650,21	4817164,90
PK 1200	303666,57	4817176,40
PK 1220	303683,08	4817187,69
PK 1240	303700,40	4817197,58
PK 1260	303717,91	4817207,08
PK 1280	303729,96	4817223,02
PK 1300	303737,89	4817241,09
PK 1320	303742,77	4817260,48
PK 1340	303744,68	4817280,28
PK 1360	303744,89	4817300,28
PK 1380	303745,10	4817320,28
PK 1400	303748,14	4817339,82
PK 1420	303755,73	4817358,29
PK 1440	303768,45	4817373,71
PK 1460	303781,28	4817389,05
PK 1480	303794,98	4817403,51
PK 1500	303810,98	4817415,51
PK 1520	303825,97	4817428,72
PK 1540	303839,13	4817443,56
PK 1560	303847,57	4817461,70
PK 1580	303856,00	4817479,83
PK 1600	303865,91	4817497,14
PK 1620	303877,19	4817513,66
PK 1640	303889,59	4817529,29
PK 1660	303903,03	4817544,10
PK 1680	303916,60	4817558,79
PK 1700	303934,52	4817567,46

Punto	X	Y
PK 1720	303953,68	4817573,20
PK 1740	303971,99	4817581,19
PK 1760	303987,69	4817593,27
PK 1780	304002,11	4817607,11
PK 1800	304005,43	4817626,10
PK 1820	304001,38	4817645,65
PK 1840	303990,96	4817662,71
PK 1860	303985,59	4817681,35
PK 1880	303993,89	4817699,47
PK 1900	304003,70	4817716,89
PK 1920	304014,43	4817733,77
PK 1940	304029,12	4817746,79
PK 1960	304047,03	4817755,69
PK 1980	304065,54	4817763,26
PK 2000	304084,48	4817769,67
PK 2020	304100,70	4817781,07
PK 2040	304110,30	4817798,43
PK 2060	304114,44	4817818,00
PK 2080	304116,75	4817837,83
PK 2100	304117,97	4817857,79
PK 2120	304117,83	4817877,78
PK 2140	304128,66	4817893,66

Resultados:

Cauce receptor. Periodo de retorno T 5

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m2/s)
PK 120	57,40	0,47	57,87	1,35	0,62
PK 140	57,30	0,49	57,79	1,20	0,56
PK 160	57,20	0,49	57,69	1,21	0,58
PK 180	57,10	0,50	57,60	1,18	0,59
PK 200	57,00	0,51	57,51	1,10	0,55
PK 220	56,90	0,48	57,37	1,30	0,61
PK 240	56,80	0,48	57,28	1,19	0,57
PK 260	56,70	0,47	57,16	1,33	0,62
PK 280	56,60	0,49	57,09	1,14	0,56
PK 300	56,50	0,49	56,99	1,18	0,57
PK 320	56,40	0,45	56,85	1,35	0,61
PK 340	56,30	0,46	56,76	1,33	0,61
PK 360	56,20	0,47	56,66	1,38	0,64
PK 380	56,10	0,45	56,55	1,37	0,62
PK 400	56,00	0,47	56,47	1,31	0,61
PK 420	55,90	0,52	56,42	1,16	0,60
PK 440	55,80	0,51	56,30	1,09	0,55
PK 460	55,70	0,45	56,15	1,35	0,61
PK 480	55,60	0,45	56,05	1,35	0,61
PK 500	55,50	0,46	55,95	1,34	0,61
PK 520	55,40	0,46	55,86	1,33	0,61
PK 540	55,30	0,47	55,77	1,30	0,61
PK 560	55,20	0,48	55,68	1,24	0,60
PK 580	55,10	0,46	55,56	1,34	0,61
PK 600	55,00	0,47	55,46	1,31	0,61
PK 620	54,89	0,51	55,40	1,09	0,56
PK 640	54,79	0,49	55,28	1,23	0,60
PK 660	54,69	0,51	55,20	1,18	0,60
PK 680	54,62	0,48	55,10	1,23	0,60
PK 700	54,49	0,46	54,95	1,33	0,61
PK 720	54,39	0,43	54,82	1,43	0,61
PK 740	54,29	0,40	54,70	1,15	0,46
PK 760	54,20	0,45	54,65	1,03	0,47
PK 780	54,09	0,54	54,63	0,86	0,41
PK 800	54,00	0,46	54,45	1,35	0,61
PK 820	53,89	0,48	54,37	1,15	0,55

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m2/s)
PK 840	53,79	0,46	54,26	1,33	0,61
PK 860	53,69	0,51	54,18	1,11	0,55
PK 880	53,59	0,47	54,06	1,32	0,62
PK 900	53,49	0,43	53,92	1,34	0,57
PK 920	52,70	0,11	52,81	2,07	0,23
PK 940	52,19	0,39	52,58	0,49	0,19
PK 960	52,09	0,47	52,56	0,44	0,21
PK 980	51,99	0,56	52,55	0,43	0,24
PK 1000	51,89	0,52	52,40	0,81	0,42
PK 1020	51,79	0,44	52,23	1,08	0,48
PK 1040	51,69	0,46	52,15	0,93	0,43
PK 1060	51,58	0,51	52,10	0,88	0,44
PK 1080	51,48	0,57	52,06	0,93	0,50
PK 1100	51,38	0,64	52,02	0,72	0,46
PK 1120	51,28	0,69	51,97	0,72	0,50
PK 1140	51,18	0,77	51,95	0,76	0,48
PK 1160	51,08	0,86	51,94	0,74	0,47
PK 1180	50,98	0,95	51,92	0,65	0,48
PK 1200	50,88	1,03	51,90	0,73	0,49
PK 1220	51,28	0,53	51,81	1,22	0,65
PK 1240	50,12	0,52	50,64	1,36	0,70
PK 1260	50,01	0,47	50,48	1,54	0,72
PK 1280	48,64	0,87	49,51	1,57	1,36
PK 1300	48,54	0,79	49,34	1,91	1,52
PK 1320	48,44	0,79	49,23	1,87	1,47
PK 1340	48,34	0,80	49,14	1,75	1,40
PK 1360	48,24	0,78	49,02	1,86	1,45
PK 1380	48,14	0,79	48,93	1,76	1,40
PK 1400	48,04	0,77	48,81	1,76	1,35
PK 1420	47,94	0,76	48,70	1,87	1,42
PK 1440	47,84	0,75	48,59	1,72	1,30
PK 1460	47,74	0,78	48,52	1,71	1,34
PK 1480	47,64	0,76	48,39	1,80	1,36
PK 1500	47,53	0,76	48,30	1,78	1,36
PK 1520	47,44	0,80	48,23	1,64	1,30
PK 1540	47,33	0,74	48,07	1,91	1,41
PK 1560	47,23	0,78	48,01	1,72	1,34
PK 1580	47,13	0,81	47,95	1,62	1,32
PK 1600	47,04	0,81	47,85	1,71	1,39
PK 1620	46,93	0,88	47,81	1,53	1,34
PK 1640	46,83	0,80	47,63	1,84	1,47

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m2/s)
PK 1660	46,73	0,83	47,56	1,75	1,45
PK 1680	46,63	0,84	47,47	1,85	1,55
PK 1700	46,53	0,81	47,34	1,85	1,50
PK 1720	46,43	0,86	47,29	1,68	1,44
PK 1740	46,33	0,89	47,22	1,63	1,45
PK 1760	46,23	0,87	47,10	1,76	1,53
PK 1780	46,13	0,92	47,05	1,68	1,54
PK 1800	46,03	0,86	46,89	1,63	1,41
PK 1820	45,92	0,83	46,76	1,90	1,59
PK 1840	45,83	0,89	46,72	1,60	1,43
PK 1860	45,73	0,80	46,53	2,04	1,63
PK 1880	45,63	0,78	46,41	1,90	1,49
PK 1900	45,53	0,83	46,36	1,68	1,40
PK 1920	45,43	0,87	46,30	1,60	1,40
PK 1940	45,33	0,79	46,11	1,88	1,48
PK 1960	45,25	0,75	46,00	1,96	1,47
PK 1980	45,10	0,20	45,30	2,05	0,55
PK 2000	45,03	0,29	45,31	0,88	0,25
PK 2020	44,92	0,25	45,18	1,09	0,28
PK 2040	44,82	0,26	45,08	0,95	0,25
PK 2060	44,72	0,26	44,98	0,96	0,25
PK 2080	44,62	0,26	44,88	0,95	0,24
PK 2100	44,52	0,26	44,78	0,93	0,24
PK 2120	44,42	0,28	44,70	0,88	0,25
PK 2140	44,32	0,26	44,58	0,96	0,25

(*) Cotas elipsoidales.

Cauce receptor. Periodo de retorno T 100

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
PK 120	57,40	0,75	58,15	1,61	1,16
PK 140	57,30	0,77	58,07	1,47	1,12
PK 160	57,20	0,78	57,98	1,52	1,14
PK 180	57,10	0,81	57,91	1,40	1,13
PK 200	57,00	0,83	57,83	1,21	1,01
PK 220	56,90	0,77	57,66	1,64	1,20
PK 240	56,80	0,79	57,59	1,32	1,03
PK 260	56,70	0,78	57,47	1,47	1,14
PK 280	56,60	0,79	57,39	1,39	1,08
PK 300	56,50	0,78	57,28	1,48	1,13
PK 320	56,40	0,76	57,16	1,71	1,19
PK 340	56,30	0,76	57,06	1,68	1,20
PK 360	56,20	0,80	57,00	1,55	1,16
PK 380	56,10	0,73	56,83	1,80	1,28
PK 400	56,00	0,76	56,76	1,58	1,19
PK 420	55,90	0,81	56,70	1,42	1,14
PK 440	55,80	0,83	56,62	1,26	1,04
PK 460	55,70	0,76	56,45	1,71	1,21
PK 480	55,60	0,76	56,36	1,66	1,19
PK 500	55,50	0,74	56,24	1,65	1,22
PK 520	55,40	0,74	56,14	1,75	1,20
PK 540	55,30	0,79	56,08	1,44	1,14
PK 560	55,20	0,80	56,00	1,37	1,10
PK 580	55,10	0,78	55,88	1,60	1,14
PK 600	55,00	0,79	55,78	1,61	1,17
PK 620	54,89	0,76	55,66	1,56	1,18
PK 640	54,79	0,77	55,57	1,53	1,18
PK 660	54,69	0,78	55,47	1,54	1,21
PK 680	54,62	0,78	55,40	1,45	1,12
PK 700	54,49	0,79	55,28	1,44	1,12
PK 720	54,39	0,60	54,99	2,17	1,30
PK 740	54,29	0,69	54,98	1,34	0,89
PK 760	54,20	0,75	54,95	1,13	0,84
PK 780	54,09	0,82	54,91	0,98	0,80
PK 800	54,00	0,74	54,74	1,52	1,12
PK 820	53,89	0,73	54,62	1,49	1,09
PK 840	53,79	0,71	54,50	1,68	1,19
PK 860	53,69	0,74	54,43	1,44	1,07

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m2/s)
PK 880	53,59	0,69	54,28	1,68	1,16
PK 900	53,49	0,65	54,14	1,64	1,06
PK 920	52,70	0,19	52,88	2,88	0,53
PK 940	52,19	0,73	52,92	0,54	0,40
PK 960	52,09	0,82	52,91	0,50	0,41
PK 980	51,99	0,91	52,89	0,52	0,47
PK 1000	51,89	0,82	52,70	1,00	0,82
PK 1020	51,79	0,73	52,52	1,34	0,97
PK 1040	51,69	0,78	52,47	1,14	0,89
PK 1060	51,58	0,84	52,42	1,10	0,91
PK 1080	51,48	0,90	52,38	1,07	0,96
PK 1100	51,38	0,96	52,35	0,90	0,86
PK 1120	51,28	1,01	52,29	0,95	0,96
PK 1140	51,18	1,07	52,25	0,87	0,93
PK 1160	51,08	1,16	52,24	0,79	0,91
PK 1180	50,98	1,23	52,21	0,76	0,94
PK 1200	50,88	1,30	52,17	0,74	0,96
PK 1220	51,28	0,78	52,06	1,45	1,14
PK 1240	50,12	0,76	50,88	1,73	1,32
PK 1260	50,01	0,72	50,73	1,91	1,36
PK 1280	48,64	1,30	49,94	1,94	2,52
PK 1300	48,54	1,26	49,81	2,09	2,61
PK 1320	48,44	1,19	49,64	2,31	2,75
PK 1340	48,34	1,20	49,54	2,15	2,59
PK 1360	48,24	1,17	49,41	2,31	2,69
PK 1380	48,14	1,13	49,27	2,42	2,73
PK 1400	48,04	1,07	49,11	2,42	2,59
PK 1420	47,94	1,11	49,05	2,34	2,59
PK 1440	47,84	1,08	48,92	2,24	2,43
PK 1460	47,74	1,13	48,87	2,19	2,47
PK 1480	47,64	1,11	48,74	2,23	2,46
PK 1500	47,53	1,14	48,67	2,18	2,49
PK 1520	47,44	1,18	48,62	2,06	2,43
PK 1540	47,33	1,15	48,48	2,24	2,57
PK 1560	47,23	1,21	48,44	2,05	2,48
PK 1580	47,13	1,28	48,41	1,90	2,43
PK 1600	47,04	1,32	48,35	1,89	2,49
PK 1620	46,93	1,39	48,32	1,78	2,47
PK 1640	46,83	1,24	48,08	2,27	2,82
PK 1660	46,73	1,28	48,02	2,19	2,81
PK 1680	46,63	1,32	47,95	2,18	2,89

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
PK 1700	46,53	1,29	47,82	2,27	2,92
PK 1720	46,43	1,34	47,76	2,16	2,88
PK 1740	46,33	1,37	47,70	2,10	2,88
PK 1760	46,23	1,37	47,60	2,16	2,95
PK 1780	46,13	1,40	47,53	2,10	2,93
PK 1800	46,03	1,34	47,37	2,05	2,74
PK 1820	45,92	1,32	47,24	2,30	3,02
PK 1840	45,83	1,35	47,18	2,08	2,82
PK 1860	45,73	1,26	46,99	2,49	3,13
PK 1880	45,63	1,20	46,83	2,50	3,00
PK 1900	45,53	1,25	46,78	2,30	2,88
PK 1920	45,43	1,30	46,73	2,20	2,85
PK 1940	45,33	1,15	46,47	2,61	2,99
PK 1960	45,25	1,12	46,37	2,63	2,94
PK 1980	45,10	0,44	45,54	3,64	1,61
PK 2000	45,03	0,59	45,61	1,73	1,02
PK 2020	44,92	0,62	45,54	1,57	0,98
PK 2040	44,82	0,60	45,42	1,63	0,98
PK 2060	44,72	0,60	45,33	1,61	0,97
PK 2080	44,62	0,60	45,22	1,61	0,97
PK 2100	44,52	0,61	45,13	1,54	0,94
PK 2120	44,42	0,65	45,07	1,48	0,96
PK 2140	44,32	0,61	44,93	1,65	1,01

(*) Cotas elipsoidales.

PUNTO VERTIDO NORTE.

PUNTO DE VERTIDO NORTE

Ubicación geográfica (X, Y) UTM ETRS 89. HUSO 30

Punto	X	Y
P_1	304144,29	4817898,45
P_2	304165,24	4817901,30
P_3	304180,83	4817902,78
P_4	304200,41	4817904,77
P_5	304213,90	4817909,53
P_6	304202,00	4817922,50
P_7	304189,16	4817934,27
P_8	304172,76	4817950,81
P_9	304153,31	4817964,96
P_10	304143,92	4817976,74
P_11	304138,50	4817988,25
P_12	304114,01	4818049,75
P_13	304111,55	4818056,89
P_14	304109,25	4818063,09
P_15	304107,18	4818070,47
P_16	304104,64	4818077,29
P_17	304102,10	4818083,72
P_18	304100,12	4818090,39
P_19	304098,22	4818096,66
P_20	304092,10	4818104,28
P_21	304082,34	4818111,42
P_22	304074,48	4818117,46
P_23	304062,76	4818126,69
P_24	304058,24	4818133,99
P_25	304052,44	4818141,61
P_26	304045,77	4818149,08
P_27	304042,76	4818157,57
P_28	304040,06	4818168,20
P_29	304030,69	4818185,91
P_30	304026,09	4818200,99
P_31	304025,06	4818210,04
P_32	304028,55	4818219,32
P_33	304036,49	4818230,91
P_34	304043,71	4818241,55
P_35	304055,88	4818265,33
P_36	304059,06	4818287,88
P_37	304068,90	4818308,35
P_38	304073,29	4818330,37

Punto	X	Y
P_39	304048,10	4818340,74
P_40	304029,05	4818350,69
P_41	304042,81	4818311,95
P_42	304037,52	4818290,36
P_43	304019,10	4818302,22
P_44	304010,43	4818291,00

Resultados:

Situación actual. Periodo de retorno T 100

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
P_1	99,02	0,00	99,02	0,00	0,00
P_2	98,33	0,00	98,33	0,00	0,00
P_3	98,03	0,00	98,03	0,00	0,00
P_4	97,54	0,00	97,54	0,05	0,00
P_5	97,26	0,04	97,30	0,83	0,04
P_6	93,19	0,01	93,19	0,10	0,00
P_7	90,02	0,00	90,02	0,02	0,00
P_8	85,47	0,06	85,53	1,59	0,09
P_9	81,75	0,06	81,81	1,42	0,08
P_10	79,99	0,07	80,06	1,61	0,11
P_11	78,02	0,06	78,08	1,61	0,10
P_12	71,95	0,78	72,73	1,19	0,93
P_13	71,16	0,30	71,46	0,41	0,12
P_14	70,07	1,10	71,17	0,74	0,63
P_15	70,40	0,25	70,65	0,46	0,12
P_16	69,39	0,07	69,46	0,61	0,05
P_17	68,13	1,17	69,30	0,30	0,21
P_18	68,19	0,03	68,21	1,45	0,04
P_19	67,19	0,01	67,19	0,07	0,00
P_20	65,20	0,40	65,60	0,49	0,20
P_21	64,54	0,06	64,60	2,43	0,15
P_22	63,07	0,13	63,20	3,92	0,51
P_23	61,54	0,20	61,73	3,84	0,75
P_24	60,65	0,65	61,30	1,36	0,88
P_25	60,55	0,19	60,74	2,24	0,42
P_26	60,00	0,12	60,12	2,82	0,34
P_27	59,68	0,51	60,18	0,39	0,09
P_28	59,00	1,20	60,20	1,07	0,42
P_29	57,50	0,35	57,85	0,99	0,35
P_30	57,00	0,07	57,07	1,39	0,10
P_31	56,35	0,04	56,39	1,92	0,07
P_32	55,88	0,27	56,15	0,27	0,07
P_33	55,85	0,10	55,95	1,25	0,12
P_34	57,42	0,00	57,42	0,00	0,00
P_35	55,84	0,00	55,84	0,00	0,00
P_36	55,94	0,00	55,94	0,00	0,00
P_37	56,43	0,00	56,43	0,00	0,00

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
P_38	57,10	0,00	57,10	0,00	0,00
P_39	56,07	0,00	56,07	0,00	0,00
P_40	55,53	0,31	55,83	0,06	0,02
P_41	55,95	0,00	55,95	0,00	0,00
P_42	55,60	0,23	55,84	0,09	0,02
P_43	55,49	0,35	55,84	0,10	0,03
P_44	55,37	0,47	55,84	0,38	0,03

(*) Cotas elipsoidales.

Situación futura. Periodo de retorno T 100

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
P_1	97,40	0,66	98,06	1,56	1,03
P_2	97,29	0,66	97,95	1,54	1,01
P_3	97,21	0,70	97,91	1,35	0,94
P_4	97,11	0,74	97,85	1,18	0,87
P_5	97,03	0,84	97,87	0,73	0,61
P_6	93,00	0,17	93,17	1,03	0,18
P_7	89,67	0,17	89,84	1,57	0,27
P_8	85,51	0,24	85,75	2,09	0,50
P_9	81,68	0,26	81,94	1,80	0,47
P_10	79,89	0,22	80,11	1,88	0,42
P_11	78,00	1,76	79,75	0,35	0,50
P_12	71,95	1,14	73,09	2,14	2,45
P_13	70,98	0,83	71,81	0,90	0,75
P_14	70,22	1,24	71,46	0,49	0,57
P_15	70,90	0,34	71,24	1,08	0,37
P_16	69,57	0,46	70,03	0,46	0,16
P_17	68,60	1,31	69,92	0,89	0,99
P_18	68,27	0,15	68,42	1,84	0,27
P_19	67,19	0,08	67,27	0,57	0,05
P_20	65,20	0,90	66,10	0,71	0,63
P_21	64,35	0,57	64,92	2,79	1,59
P_22	63,07	0,49	63,56	3,80	1,85
P_23	61,50	0,77	62,27	2,39	1,85
P_24	60,54	1,30	61,83	1,70	1,97
P_25	60,55	0,78	61,33	2,54	1,98
P_26	60,00	0,48	60,48	2,34	1,12
P_27	59,68	0,50	60,18	1,63	0,81
P_28	59,00	0,92	59,92	1,85	1,52
P_29	57,50	1,15	58,65	0,72	0,83
P_30	56,98	0,26	57,25	2,52	0,67
P_31	56,30	0,48	56,78	1,53	0,74
P_32	55,88	0,85	56,73	2,06	1,06
P_33	54,60	2,11	56,71	1,78	2,25
P_34	54,60	2,11	56,71	2,33	2,12
P_35	54,60	2,11	56,71	0,25	0,14
P_36	54,60	2,11	56,71	0,19	0,11
P_37	54,60	2,11	56,71	0,14	0,09
P_38	54,60	2,11	56,71	0,10	0,13
P_39	54,60	2,11	56,71	0,11	0,11

Punto	Nivel del Elemento (m AD)	Max Calado (m)	Max Elevación (m AD)	Max Velocidad (m/s)	Max Caudal Unitario (m ² /s)
P_40	54,60	2,11	56,71	0,12	0,06
P_41	54,60	2,11	56,71	0,15	0,11
P_42	54,60	2,11	56,71	0,21	0,16
P_43	54,60	2,11	56,71	0,21	0,24
P_44	54,60	2,11	56,71	0,14	0,21

(*) Cotas elipsoidales.

APÉNDICE 2. RESULTADOS DEL CÁLCULO MECÁNICO DE LOS TUBOS DE HA

COLECTOR DE CONEXIÓN ENTRE EL CAUCE RECEPTOR Y EL DRENAJE DE LA N-632.

DATOS DE SERVICIO	
* Di (mm)	1800
* Es (mm)	180
De (mm)	2160
* hr (m)	4
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610 (m)	9,67
* Ancho de zanja, b (m)	2,5
* Factor de apoyo fijo ZANJA	1,7
Apoyo granular (compact.95% PN) a 90°, relleno compact.95% PN	
Factor de apoyo Terraplén	2,3
Factor de apoyo variable ZANJA	1,73
CARGA PUNTUAL	
* Carga (t)	0
* Distancia (m)	0
* Carga Distribuida (t/m²)	0
TERRENO	
* Tipo de terreno	Arcilla Plástica
$\lambda\mu'$	0,11
λ	0,33
γ_r -peso específico- (kN/m³)	21
CARGAS DE TRÁFICO	
* Tráfico automovilístico	Eje simple de 13 t
* Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad no mayor de	120 km/h
* Tráfico aeronaves	Ninguno
* Tipo de base	Suelo Natural Ordinario
* Talud de la zanja (°)	33



CÁLCULOS INTERMEDIOS

Espesor de la cama c (m)	<input type="text" value="0,15"/>	Resguardo mín. según EN 1610 (m)	<input type="text" value="0,2"/>
Razón de Asentamiento, δ	<input type="text" value="0,5"/>	Razón de proyección, η	<input type="text" value="1"/>
Carga debida al terreno ZANJA (kN/m)	<input type="text" value="177,02"/>		
Carga debida al terreno TERRAPLÉN (kN/m)	<input type="text" value="223,98"/>		
Anchura de transición (m)	<input type="text" value="3,08"/>		
Altura del plano de igual asentamiento TERRAPLEN (m)	<input type="text" value="4,3"/>		
Carga debida a cargas puntuales en superficie (kN/m)	<input type="text" value="0"/>		
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (zanja) (kN/m)	<input type="text" value="0"/>		
Altura adicional debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (m)	<input type="text" value="0"/>		
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (kN/m)	<input type="text" value="0"/>		
Carga debida al tráfico: q_m (kN/m)	<input type="text" value="5,61"/>		
Coefficiente carga zanja, C_z	<input type="text" value="0,84"/>	Coefficiente carga terraplén, C_T	<input type="text" value="1,23"/>

CÁLCULOS FINALES

Carga total ZANJA y ZANJA PROGRESIVA (m)	<input type="text" value="182,63"/>	
Carga total TERRAPLÉN (m)	<input type="text" value="229,59"/>	
CARGA MÍNIMA DE ROTURA	En condición de zanja (tradicional)	<input type="text" value="89,53"/>
	En condición de zanja (con FA progresivo)	<input type="text" value="87,78"/>
	En condición de terraplén	<input type="text" value="83,35"/>
CARGA MÍNIMA DE FISURACIÓN	En condición de zanja (tradicional)	<input type="text" value="59,68"/>
	En condición de zanja (con FA progresivo)	<input type="text" value="58,52"/>
	En condición de terraplén	<input type="text" value="55,56"/>
CLASE RESISTENTE	(Tipo A) Zanja	<input type="text" value="CLASE III"/>
	(Tipo A) Zanja progresiva	<input type="text" value="CLASE III"/>
	(Tipo A) Terraplén	<input type="text" value="CLASE III"/>
	(Tipo E) Zanja	<input type="text" value="CLASE 90"/>
	(Tipo E) Zanja progresiva	<input type="text" value="CLASE 90"/>
	(Tipo E) Terraplén	<input type="text" value="CLASE 90"/>

HIPÓTESIS DE CÁLCULO MÁS DESFAVORABLE

Hipótesis I: $q_T = q_r + q_p + q_d + q_m$

PUNTO DE VERTIDO NORTE
COLECTOR ϕ 600 mm

DATOS DE SERVICIO

* Di (mm)	<input type="text" value="600"/>	* Es (mm)	<input type="text" value="80"/>
De (mm)	<input type="text" value="760"/>	* hr (m)	<input type="text" value="1"/>
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610 (m)		<input type="text" value="3,81"/>	
* Ancho de zanja, b (m)		<input type="text" value="1"/>	
* Factor de apoyo fijo ZANJA		<input type="text" value="1,7"/>	
Apoyo granular (compact.95% PN) a 90°, relleno compact.95% PN			
Factor de apoyo Terraplén		<input type="text" value="2,43"/>	
Factor de apoyo variable ZANJA		<input type="text" value="1,7"/>	
CARGA PUNTUAL			
* Carga (t)		<input type="text" value="0"/>	
* Distancia (m)		<input type="text" value="0"/>	
* Carga Distribuida (t/m²)		<input type="text" value="0"/>	
TERRENO			
* Tipo de terreno		Arcilla Plástica	
		$\lambda\mu'$	<input type="text" value="0,11"/>
		λ	<input type="text" value="0,33"/>
		yr -peso específico- (kN/m³)	<input type="text" value="21"/>
CARGAS DE TRÁFICO			
* Tráfico automovilístico		Eje simple de 13 t	
* Tráfico ferroviario		Ninguna	
		Velocidad no mayor de 120 km/h	
* Tráfico aeronaves		Ninguno	
* Tipo de base		Suelo Natural Ordinario	
* Talud de la zanja (°)		<input type="text" value="33"/>	



CÁLCULOS INTERMEDIOS			
Espesor de la cama c (m)	0,1	Resguardo mín. según EN 1610 (m)	0,2
Razón de Asentamiento, δ	0,5	Razón de proyección, η	1
Carga debida al terreno ZANJA (kN/m)			18,85
Carga debida al terreno TERRAPLÉN (kN/m)			18,51
Anchura de transición (m)			1
Altura del plano de igual asentamiento TERRAPLEN (m)			1,6
Carga debida a cargas puntuales en superficie (kN/m)			0
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (zanja) (kN/m)			0
Altura adicional debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (m)			0
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (kN/m)			0
Carga debida al tráfico: q_m (kN/m)			10,3
Coefficiente carga zanja, C_z	0,9	Coefficiente carga terraplén, C_T	1,16

CÁLCULOS FINALES		
Carga total ZANJA y ZANJA PROGRESIVA (m)	29,15	
Carga total TERRAPLÉN (m)	28,81	
CARGA MÍNIMA DE ROTURA	En condición de zanja (tradicional)	42,37
	En condición de zanja (con FA progresivo)	42,37
	En condición de terraplén	29,67
CARGA MÍNIMA DE FISURACIÓN	En condición de zanja (tradicional)	28,25
	En condición de zanja (con FA progresivo)	28,25
	En condición de terraplén	19,78
CLASE RESISTENTE	(Tipo A) Zanja	CLASE I
	(Tipo A) Zanja progresiva	CLASE I
	(Tipo A) Terraplén	CLASE I
	(Tipo E) Zanja	CLASE 60
	(Tipo E) Zanja progresiva	CLASE 60
	(Tipo E) Terraplén	CLASE 60

HIPÓTESIS DE CÁLCULO MÁS DESFAVORABLE

Hipótesis I: $q_T = q_r + q_p + q_d + q_m$

COLECTORES ϕ 1000 mm

DATOS DE SERVICIO	
* Di (mm)	1000
* Es (mm)	110
De (mm)	1220
* hr (m)	0,5
Ancho de zanja mínimo UNE-EN 1610 (m)	2,07
* Ancho de zanja, b (m)	1,5
* Factor de apoyo fijo ZANJA	2,3
Apoyo en hormigón 90° con relleno compactado 95% PN	
Factor de apoyo Terraplén	6,24
Factor de apoyo variable ZANJA	2,3
CARGA PUNTUAL	
* Carga (t)	0
* Distancia (m)	0
* Carga Distribuida (t/m²)	0
* Tipo de terreno	
Arcilla Plástica	
TERRENO	$\lambda\mu'$ 0,11
	λ 0,33
	γ_r -peso específico- (kN/m³) 21
* Tráfico automovilístico	
Eje simple de 13 t	
* Tráfico ferroviario	
Ninguna	
Velocidad no mayor de 120 km/h	
* Tráfico aeronaves	
Ninguno	
* Tipo de base	Suelo Natural Ordinario
* Talud de la zanja (°)	90



CÁLCULOS INTERMEDIOS			
Espesor de la cama c (m)	<input type="text" value="0,1"/>	Resguardo mín. según EN 1610 (m)	<input type="text" value="0,42"/>
Razón de Asentamiento, δ	<input type="text" value="0,5"/>	Razón de proyección, η	<input type="text" value="0,85"/>
Carga debida al terreno ZANJA (kN/m)			<input type="text" value="15,19"/>
Carga debida al terreno TERRAPLÉN (kN/m)			<input type="text" value="13,41"/>
Anchura de transición (m)			<input type="text" value="1,34"/>
Altura del plano de igual asentamiento TERRAPLEN (m)			<input type="text" value="2,3"/>
Carga debida a cargas puntuales en superficie (kN/m)			<input type="text" value="0"/>
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (zanja) (kN/m)			<input type="text" value="0"/>
Altura adicional debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (m)			<input type="text" value="0"/>
Carga debida a cargas distribuidas en superficie (terrap) (kN/m)			<input type="text" value="0"/>
Carga debida al tráfico: qm (kN/m)			<input type="text" value="33,56"/>
Coefficiente carga zanja, C_z	<input type="text" value="0,96"/>	Coefficiente carga terraplén, C_T	<input type="text" value="1,05"/>

CÁLCULOS FINALES			
Carga total ZANJA y ZANJA PROGRESIVA (m)			<input type="text" value="48,75"/>
Carga total TERRAPLÉN (m)			<input type="text" value="46,97"/>
CARGA MÍNIMA DE ROTURA	En condición de zanja (tradicional)		<input type="text" value="30,63"/>
	En condición de zanja (con FA progresivo)		<input type="text" value="30,63"/>
	En condición de terraplén		<input type="text" value="11,3"/>
CARGA MÍNIMA DE FISURACION	En condición de zanja (tradicional)		<input type="text" value="20,42"/>
	En condición de zanja (con FA progresivo)		<input type="text" value="20,42"/>
	En condición de terraplén		<input type="text" value="7,53"/>
CLASE RESISTENTE	(Tipo A) Zanja		<input type="text" value="CLASE I"/>
	(Tipo A) Zanja progresiva		<input type="text" value="CLASE I"/>
	(Tipo A) Terraplén		<input type="text" value="CLASE I"/>
	(Tipo E) Zanja		<input type="text" value="CLASE 60"/>
	(Tipo E) Zanja progresiva		<input type="text" value="CLASE 60"/>
	(Tipo E) Terraplén		<input type="text" value="CLASE 60"/>

HIPÓTESIS DE CÁLCULO MÁS DESFAVORABLE

Hipótesis I: $q_T = q_r + q_p + q_d + q_m$

ANEJO Nº7.- REPLANTEO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	BASES DE REPLANTEO	1
3.	LISTADOS	1
3.1.	Alignment: 20190806_camino_salida	3
3.2.	Alignment: 20190806_cauce_zona_ria.....	29
3.3.	Alignment: 20190806_Mota_ria	30
3.4.	Alignment: 20190808_tubos_1970	38
3.5.	Alignment: 20190812_mota_cuneta_ria	51
3.6.	Alignment: 20190812_mota_valla.....	51
3.7.	Alignment: camino_entrada	54
3.8.	Alignment: Cauce_principal	65

1. INTRODUCCIÓN

El alcance del presente anejo de replanteo es el siguiente:

- Descripción de los puntos singulares para poder replantear los trabajos a realizar

2. BASES DE REPLANTEO

INFORMACIÓN RELATIVA A LAS BASES UTILIZADAS.

Se detalla para cada punto de cada alineación en planta unas determinadas bases, desde las que se puede bisectar.

PUNTOS DEL EJE EN PLANTA

Se detallan para los puntos de cada eje (tanto los tomados a intervalos regulados como los puntos singulares) sus coordenadas absolutas, así como sus distancias y azimutes relativos al par de bases correspondiente.

UNIDADES Y CONVENIO DE SIGNOS

Las distancias al origen (PK), las distancias entre puntos y las coordenadas se expresan en metros (m).

Para cada punto, la coordenada X, corresponde a su longitud y la coordenada Y, corresponde a su latitud en el sistema de coordenadas absolutas. Por lo tanto, el eje Y, de coordenadas coincide con el norte geográfico.

La distancia entre dos puntos se calcula teniendo en cuenta exclusivamente sus pares de coordenadas X e Y.

Los azimutes se expresan en grados centesimales, y se miden desde el norte geográfico en el sentido de las agujas del reloj.

Los ángulos positivos corresponden al sentido de las agujas del reloj.

3. LISTADOS

A continuación, se adjuntan los listados de replanteo de los ejes principales obtenidos.

Estos listados contienen la siguiente información:

- Tipo de alineación del punto a replantear.
- Punto kilométrico.
- Azimut de la normal a la tangente de la alineación en ese punto.
- Distancia al eje del punto a replantear.
- Coordenadas planimétricas del punto a replantear.
- Ángulo azimutal de la dirección compuesta por el punto de la base de replanteo y el punto a replantear.

- Distancia reducida desde la base de replanteo y el punto a replantear.

Además, en la cabecera de los listados aparece:

- El nombre del eje a replantear.

3.1. Alignment: 20190806_camino_salida

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4817838.235	304110.533
End:	0+16.430	4817854.665	304110.427

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	16.430	Course:	N 00° 22' 11.2638" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+16.430	4817854.665	304110.427
RP:		4817854.292	304052.640
PT:	0+22.453	4817860.675	304110.075

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 58' 17.3076"	Type:	LEFT
Radius:	57.788		
Length:	6.023	Tangent:	3.014

Mid-Ord: 0.078 External: 0.079
 Chord: 6.020 Course: N 03° 21' 19.9176" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+22.453	4817860.675	304110.075
End:	0+27.305	4817865.497	304109.539

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.852	Course:	N 06° 20' 28.5714" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+27.305	4817865.497	304109.539
RP:		4817860.831	304067.548
PT:	0+32.268	4817870.386	304108.702

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	06° 43' 47.2180"	Type:	LEFT
Radius:	42.249		
Length:	4.962	Tangent:	2.484

Mid-Ord: 0.073 External: 0.073
 Chord: 4.960 Course: N 09° 42' 22.1804" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+32.268	4817870.386	304108.702
End:	0+46.982	4817884.719	304105.375

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.714	Course:	N 13° 04' 15.7894" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+46.982	4817884.719	304105.375
RP:		4817888.227	304120.485
PT:	0+47.502	4817885.227	304105.266

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 55' 08.9298"	Type:	RIGHT
Radius:	15.512		
Length:	0.520	Tangent:	0.260

Mid-Ord: 0.002 External: 0.002
 Chord: 0.520 Course: N 12° 06' 41.3245" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+47.502	4817885.227	304105.266
End:	0+50.383	4817888.053	304104.708

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	2.881	Course:	N 11° 09' 06.8596" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+50.383	4817888.053	304104.708
RP:		4817885.596	304092.241
PT:	0+56.714	4817893.713	304102.018

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	28° 32' 46.2572"	Type:	LEFT
Radius:	12.707		
Length:	6.331	Tangent:	3.233

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.392 External: 0.405
 Chord: 6.266 Course: N 25° 25' 29.9882" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+56.714	4817893.713	304102.018
End:	0+59.259	4817895.671	304100.392

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	2.545	Course:	N 39° 41' 53.1168" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+59.259	4817895.671	304100.392
RP:		4817890.010	304093.573
PT:	0+66.333	4817898.845	304094.280

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	45° 43' 37.3267"	Type:	LEFT
Radius:	8.863		
Length:	7.073	Tangent:	3.737

Mid-Ord: 0.696 External: 0.756
 Chord: 6.887 Course: N 62° 33' 41.7802" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+66.333	4817898.845	304094.280
End:	0+74.493	4817899.495	304086.146

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.161	Course:	N 85° 25' 30.4436" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+74.493	4817899.495	304086.146
RP:		4817892.469	304085.583
PT:	0+81.768	4817896.556	304079.840

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	59° 08' 01.6183"	Type:	LEFT
Radius:	7.049		
Length:	7.275	Tangent:	3.999

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.918 External: 1.055
 Chord: 6.957 Course: S 65° 00' 28.7473" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+81.768	4817896.556	304079.840
End:	0+85.093	4817893.848	304077.913

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.324	Course:	S 35° 26' 27.9382" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+85.093	4817893.848	304077.913
RP:		4817889.760	304083.656
PT:	0+85.290	4817893.686	304077.801

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 36' 07.5611"	Type:	LEFT
Radius:	7.049		
Length:	0.197	Tangent:	0.099

Mid-Ord: 0.001 External: 0.001
 Chord: 0.197 Course: S 34° 38' 24.1577" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+85.290	4817893.686	304077.801
End:	0+91.728	4817888.338	304074.215

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	6.439	Course:	S 33° 50' 20.3770" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+91.728	4817888.338	304074.215
RP:		4817884.412	304080.070
PT:	0+93.078	4817887.152	304073.575

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	10° 58' 19.1353"	Type:	LEFT
Radius:	7.049		
Length:	1.350	Tangent:	0.677

Mid-Ord: 0.032 External: 0.032
 Chord: 1.348 Course: S 28° 21' 10.8093" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+93.078	4817887.152	304073.575
End:	0+93.220	4817887.021	304073.520

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.142	Course:	S 22° 52' 01.2416" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+93.220	4817887.021	304073.520
RP:		4817924.713	303984.146
PT:	1+13.210	4817869.530	304063.916

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	11° 48' 27.9516"	Type:	RIGHT
Radius:	96.997		
Length:	19.989	Tangent:	10.030

Mid-Ord: 0.514 External: 0.517
 Chord: 19.954 Course: S 28° 46' 15.2176" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+13.210	4817869.530	304063.916
End:	1+18.591	4817865.104	304060.854

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	5.381	Course:	S 34° 40' 29.1934" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+18.591	4817865.104	304060.854
RP:		4817861.094	304066.652
PT:	1+19.151	4817864.632	304060.555

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 32' 48.3037"	Type:	LEFT
Radius:	7.049		
Length:	0.559	Tangent:	0.280

Mid-Ord: 0.006 External: 0.006
 Chord: 0.559 Course: S 32° 24' 05.0414" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+19.151	4817864.632	304060.555
End:	1+32.422	4817853.153	304053.893

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	13.272	Course:	S 30° 07' 40.8896" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+32.422	4817853.153	304053.893
RP:		4817856.692	304047.796
PT:	1+33.357	4817852.378	304053.372

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	07° 35' 54.6869"	Type:	RIGHT
Radius:	7.049		
Length:	0.935	Tangent:	0.468

Mid-Ord: 0.015 External: 0.016
 Chord: 0.934 Course: S 33° 55' 38.2331" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+33.357	4817852.378	304053.372
End:	1+41.585	4817845.870	304048.337

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.228	Course:	S 37° 43' 35.5766" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+41.585	4817845.870	304048.337
RP:		4817850.184	304042.762
PT:	1+42.368	4817845.279	304047.825

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	06° 21' 39.7082"	Type:	RIGHT
Radius:	7.049		
Length:	0.783	Tangent:	0.392

Mid-Ord: 0.011 External: 0.011
 Chord: 0.782 Course: S 40° 54' 25.4306" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+42.368	4817845.279	304047.825
End:	1+49.188	4817840.380	304043.080

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	6.820	Course:	S 44° 05' 15.2848" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+49.188	4817840.380	304043.080
RP:		4817856.960	304025.963
PT:	1+53.649	4817837.484	304039.695

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	10° 43' 32.9321"	Type:	RIGHT
Radius:	23.830		
Length:	4.461	Tangent:	2.237

Mid-Ord: 0.104 External: 0.105
 Chord: 4.455 Course: S 49° 27' 01.7508" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+53.649	4817837.484	304039.695
End:	1+54.608	4817836.932	304038.911

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.959	Course:	S 54° 48' 48.2167" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+54.608	4817836.932	304038.911
RP:		4817842.693	304034.849
PT:	1+63.867	4817837.299	304030.312

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	75° 15' 28.4490"	Type:	RIGHT
Radius:	7.049		
Length:	9.259	Tangent:	5.434

Mid-Ord: 1.466 External: 1.852
 Chord: 8.608 Course: N 87° 33' 27.5587" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+63.867	4817837.299	304030.312
End:	1+65.067	4817838.072	304029.393

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.200	Course:	N 49° 55' 43.3341" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+65.067	4817838.072	304029.393
RP:		4817834.775	304026.620
PT:	1+65.284	4817838.207	304029.223

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	02° 53' 21.1904"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	0.217	Tangent:	0.109

Mid-Ord: 0.001 External: 0.001
 Chord: 0.217 Course: N 51° 22' 23.9294" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+65.284	4817838.207	304029.223
End:	1+67.533	4817839.566	304027.431

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	2.249	Course:	N 52° 49' 04.5245" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+67.533	4817839.566	304027.431
RP:		4817847.019	304033.084
PT:	1+78.201	4817849.047	304023.953

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	65° 20' 35.6387"	Type:	RIGHT
Radius:	9.354		
Length:	10.667	Tangent:	5.998

Mid-Ord: 1.480 External: 1.758
 Chord: 10.099 Course: N 20° 08' 46.7052" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+78.201	4817849.047	304023.953
End:	1+78.712	4817849.546	304024.064

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.511	Course:	N 12° 31' 31.1141" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+78.712	4817849.546	304024.064
RP:		4817848.612	304028.269
PT:	1+79.052	4817849.875	304024.151

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 31' 43.0607"	Type:	RIGHT
Radius:	4.308		
Length:	0.340	Tangent:	0.170

Mid-Ord: 0.003 External: 0.003
 Chord: 0.340 Course: N 14° 47' 22.6444" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+79.052	4817849.875	304024.151
End:	1+87.843	4817858.279	304026.729

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.790	Course:	N 17° 03' 14.1749" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+87.843	4817858.279	304026.729
RP:		4817857.016	304030.847
PT:	1+88.083	4817858.506	304026.806

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 11' 15.5316"	Type:	RIGHT
Radius:	4.308		
Length:	0.240	Tangent:	0.120

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.002 External: 0.002
 Chord: 0.240 Course: N 18° 38' 51.9407" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+88.083	4817858.506	304026.806
End:	2+05.684	4817875.020	304032.895

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	17.601	Course:	N 20° 14' 29.7065" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+05.684	4817875.020	304032.895
RP:		4817876.511	304028.854
PT:	2+06.389	4817875.699	304033.084

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 23' 03.3054"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	0.706	Tangent:	0.354

Mid-Ord: 0.014 External: 0.014
 Chord: 0.705 Course: N 15° 32' 58.0538" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+06.389	4817875.699	304033.084
End:	2+25.565	4817894.531	304036.696

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.175	Course:	N 10° 51' 26.4011" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+25.565	4817894.531	304036.696
RP:		4817895.343	304032.466
PT:	2+26.234	4817895.196	304036.771

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 54' 04.1130"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	0.669	Tangent:	0.335

Mid-Ord: 0.013 External: 0.013
 Chord: 0.669 Course: N 06° 24' 24.3446" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+26.234	4817895.196	304036.771
End:	2+46.111	4817915.061	304037.449

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.877	Course:	N 01° 57' 22.2880" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+46.111	4817915.061	304037.449
RP:		4817915.208	304033.144
PT:	2+47.334	4817916.274	304037.318

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	16° 16' 29.4813"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	1.224	Tangent:	0.616

Mid-Ord: 0.043 External: 0.044
 Chord: 1.219 Course: N 06° 10' 52.4526" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+47.334	4817916.274	304037.318
End:	2+60.227	4817928.766	304034.129

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.892	Course:	N 14° 19' 07.1933" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+60.227	4817928.766	304034.129
RP:		4817929.831	304038.303
PT:	2+61.299	4817929.827	304033.996

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	14° 15' 59.2776"	Type:	RIGHT
Radius:	4.308		
Length:	1.073	Tangent:	0.539

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.033 External: 0.034
 Chord: 1.070 Course: N 07° 11' 07.5544" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+61.299	4817929.827	304033.996
End:	2+70.429	4817938.956	304033.987

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.129	Course:	N 00° 03' 07.9156" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+70.429	4817938.956	304033.987
RP:		4817938.960	304038.295
PT:	2+72.353	4817940.818	304034.409

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	25° 36' 01.8611"	Type:	RIGHT
Radius:	4.308		
Length:	1.925	Tangent:	0.979

Mid-Ord: 0.107 External: 0.110
 Chord: 1.909 Course: N 12° 44' 53.0149" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+72.353	4817940.818	304034.409
End:	2+80.828	4817948.464	304038.063

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.475	Course:	N 25° 32' 53.9454" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+80.828	4817948.464	304038.063
RP:		4817950.322	304034.177
PT:	2+80.929	4817948.556	304038.106

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 20' 47.4263"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	0.101	Tangent:	0.051

Mid-Ord: 0.000 External: 0.000
 Chord: 0.101 Course: N 24° 52' 30.2323" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+80.929	4817948.556	304038.106
End:	2+91.312	4817958.026	304042.362

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.383	Course:	N 24° 12' 06.5191" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+91.312	4817958.026	304042.362
RP:		4817956.260	304046.291
PT:	2+94.000	4817959.989	304044.135

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	35° 45' 28.4414"	Type:	RIGHT
Radius:	4.308		
Length:	2.688	Tangent:	1.390

Mid-Ord: 0.208 External: 0.219
 Chord: 2.645 Course: N 42° 04' 50.7398" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+94.000	4817959.989	304044.135
End:	3+03.743	4817964.866	304052.569

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.743	Course:	N 59° 57' 34.9605" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+03.743	4817964.866	304052.569
RP:		4817968.595	304050.413
PT:	3+04.007	4817965.005	304052.793

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 30' 18.7126"	Type:	LEFT
Radius:	4.308		
Length:	0.264	Tangent:	0.132

Mid-Ord: 0.002 External: 0.002
 Chord: 0.263 Course: N 58° 12' 25.6045" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+04.007	4817965.005	304052.793
End:	3+13.268	4817970.123	304060.512

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.262	Course:	N 56° 27' 16.2479" E

3.2. Alignment: 20190806_cauce_zona_ria

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4818224.928	304031.202
End:	0+27.109	4818251.375	304037.156

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	27.109	Course:	N 12° 41' 12.8045" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+27.109	4818251.375	304037.156
End:	0+29.540	4818253.263	304038.688

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	2.432	Course:	N 39° 03' 42.4136" E

3.3. Alignment: 20190806_Mota_ria

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4818232.171	303985.186
End:	0+03.467	4818232.748	303988.605

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.467	Course:	N 80° 25' 04.5061" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+03.467	4818232.748	303988.605
RP:		4818134.143	304005.251
PT:	0+13.119	4818233.893	303998.185

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 31' 48.2576"	Type:	RIGHT
Radius:	100.000		
Length:	9.652	Tangent:	4.830
Mid-Ord:	0.116	External:	0.117
Chord:	9.648	Course:	N 83° 10' 58.6349" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+13.119	4818233.893	303998.185
End:	0+16.925	4818234.162	304001.981

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.806	Course:	N 85° 56' 52.7636" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+16.925	4818234.162	304001.981
RP:		4818208.670	304003.787
PT:	0+21.984	4818234.019	304007.030

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	11° 20' 27.1394"	Type:	RIGHT
Radius:	25.556		
Length:	5.058	Tangent:	2.538
Mid-Ord:	0.125	External:	0.126
Chord:	5.050	Course:	S 88° 22' 53.6667" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+21.984	4818234.019	304007.030
End:	0+26.786	4818233.410	304011.793

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.802	Course:	S 82° 42' 40.0970" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+26.786	4818233.410	304011.793
RP:		4818215.596	304009.514
PT:	0+30.759	4818232.476	304015.646

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 40' 34.1958"	Type:	RIGHT
Radius:	17.959		
Length:	3.973	Tangent:	1.995
Mid-Ord:	0.110	External:	0.110
Chord:	3.965	Course:	S 76° 22' 22.9990" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+30.759	4818232.476	304015.646
End:	0+36.875	4818230.388	304021.395

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	6.116	Course:	S 70° 02' 05.9012" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+36.875	4818230.388	304021.395
RP:		4818235.920	304023.405
PT:	0+43.414	4818231.663	304027.471

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	63° 38' 38.9790"	Type:	LEFT
Radius:	5.887		
Length:	6.539	Tangent:	3.653
Mid-Ord:	0.885	External:	1.041
Chord:	6.208	Course:	N 78° 08' 34.6093" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+43.414	4818231.663	304027.471
End:	0+43.841	4818231.958	304027.779

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.426	Course:	N 46° 19' 15.1199" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+43.841	4818231.958	304027.779
RP:		4818236.525	304023.417
PT:	0+47.663	4818235.251	304029.603

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	34° 40' 37.5217"	Type:	LEFT
Radius:	6.316		
Length:	3.822	Tangent:	1.972
Mid-Ord:	0.287	External:	0.301
Chord:	3.764	Course:	N 28° 58' 56.3590" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+47.663	4818235.251	304029.603
End:	0+59.809	4818247.147	304032.054

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.146	Course:	N 11° 38' 37.5981" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+59.809	4818247.147	304032.054
RP:		4818251.015	304013.285
PT:	0+61.439	4818248.755	304032.315

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 52' 23.9135"	Type:	LEFT
Radius:	19.164		
Length:	1.630	Tangent:	0.815
Mid-Ord:	0.017	External:	0.017
Chord:	1.630	Course:	N 09° 12' 25.6413" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+61.439	4818248.755	304032.315
End:	0+64.782	4818252.075	304032.709

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.343	Course:	N 06° 46' 13.6846" E

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+64.782	4818252.075	304032.709
RP:		4818252.729	304027.197
PT:	0+70.878	4818257.340	304030.289

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	62° 55' 22.5404"	Type:	LEFT
Radius:	5.551		
Length:	6.096	Tangent:	3.397
Mid-Ord:	0.816	External:	0.957
Chord:	5.795	Course:	N 24° 41' 27.5856" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+70.878	4818257.340	304030.289
End:	0+78.095	4818261.359	304024.295

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	7.217	Course:	N 56° 09' 08.8558" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+78.095	4818261.359	304024.295
End:	0+93.647	4818269.802	304011.234

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	15.552	Course:	N 57° 07' 20.7404" W

3.4. Alignment: 20190808_tubos_1970

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4817760.627	304052.809
End:	0+00.370	4817760.965	304052.657

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.370	Course:	N 24° 19' 04.0591" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+00.370	4817760.965	304052.657

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

RP:		4817719.785	303961.529
PT:	0+16.594	4817775.144	304044.809

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 17' 43.3505"	Type:	LEFT
Radius:	100.000		
Length:	16.223	Tangent:	8.130
Mid-Ord:	0.329	External:	0.330
Chord:	16.206	Course:	N 28° 57' 55.7343" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+16.594	4817775.144	304044.809
End:	0+19.987	4817777.969	304042.931

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.393	Course:	N 33° 36' 47.4095" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+19.987	4817777.969	304042.931

RP: 4817833.327 304126.210
 PT: 0+25.973 4817783.050 304039.768

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 25' 46.8465"	Type:	RIGHT
Radius:	100.000		
Length:	5.986	Tangent:	2.994
Mid-Ord:	0.045	External:	0.045
Chord:	5.985	Course:	N 31° 53' 53.9862" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+25.973	4817783.050	304039.768
End:	0+45.864	4817800.244	304029.767

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.891	Course:	N 30° 11' 00.5629" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+45.864	4817800.244	304029.767

RP: 4817850.522 304116.209
 PT: 0+45.864 4817800.245 304029.767

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 00' 01.3272"	Type:	RIGHT
Radius:	100.000		
Length:	0.001	Tangent:	0.000
Mid-Ord:	0.000	External:	0.000
Chord:	0.001	Course:	N 30° 10' 59.8619" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+45.864	4817800.245	304029.767
End:	0+68.951	4817820.202	304018.160

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	23.087	Course:	N 30° 10' 59.2358" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+68.951	4817820.202	304018.160

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

End: 0+92.373 4817840.448 304006.384

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	23.422	Course:	N 30° 10' 59.2358" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+92.373	4817840.448	304006.384
End:	1+13.219	4817858.468	303995.903

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.846	Course:	N 30° 10' 59.2374" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+13.219	4817858.468	303995.903
RP:		4817852.197	303985.122
PT:	1+15.304	4817860.175	303994.709

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 34' 49.1180"	Type:	LEFT

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Radius: 12.472

Length: 2.085 Tangent: 1.045

Mid-Ord: 0.044 External: 0.044

Chord: 2.083 Course: N 34° 58' 23.7964" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+15.304	4817860.175	303994.709
End:	1+16.245	4817860.898	303994.108

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.941	Course:	N 39° 45' 48.3555" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+16.245	4817860.898	303994.108
RP:		4817850.378	303981.466
PT:	1+17.499	4817861.830	303993.270

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 22' 02.0454"	Type:	LEFT

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Radius: 16.446

Length: 1.254 Tangent: 0.627

Mid-Ord: 0.012 External: 0.012

Chord: 1.253 Course: N 41° 56' 49.3782" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+17.499	4817861.830	303993.270
End:	1+38.016	4817876.556	303978.984

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.517	Course:	N 44° 07' 50.4009" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+38.016	4817876.556	303978.984
RP:		4817946.186	304050.760
PT:	1+38.067	4817876.593	303978.948

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 01' 45.8491"	Type:	RIGHT

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Radius: 100.000

Length: 0.051 Tangent: 0.026

Mid-Ord: 0.000 External: 0.000

Chord: 0.051 Course: N 44° 06' 57.4765" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+38.067	4817876.593	303978.948
End:	1+61.139	4817893.161	303962.892

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	23.072	Course:	N 44° 06' 04.5518" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+61.139	4817893.161	303962.892
RP:		4817823.568	303891.081
PT:	1+61.258	4817893.246	303962.809

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 04' 05.2720"	Type:	LEFT

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Radius:	100.000		
Length:	0.119	Tangent:	0.059
Mid-Ord:	0.000	External:	0.000
Chord:	0.119	Course:	N 44° 08' 07.1874" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+61.258	4817893.246	303962.809
End:	1+84.033	4817909.583	303946.940

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	22.775	Course:	N 44° 10' 09.8237" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+84.033	4817909.583	303946.940
RP:		4817979.261	304018.668
PT:	1+84.095	4817909.628	303946.896

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 02' 08.4557"	Type:	RIGHT

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Radius: 100.000

Length: 0.062 Tangent: 0.031

Mid-Ord: 0.000 External: 0.000

Chord: 0.062 Course: N 44° 09' 05.5952" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+84.095	4817909.628	303946.896
End:	2+06.923	4817926.012	303931.000

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	22.828	Course:	N 44° 08' 01.3680" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+06.923	4817926.012	303931.000
End:	2+20.310	4817936.126	303922.232

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	13.387	Course:	N 40° 55' 23.0844" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+20.310	4817936.126	303922.232
RP:		4817934.082	303919.874
PT:	2+23.468	4817937.165	303919.391

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	57° 59' 05.7172"	Type:	LEFT
Radius:	3.120		
Length:	3.158	Tangent:	1.729
Mid-Ord:	0.391	External:	0.447
Chord:	3.025	Course:	N 69° 54' 55.9431" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+23.468	4817937.165	303919.391
End:	2+23.766	4817937.119	303919.097

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.298	Course:	S 81° 05' 31.1984" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+23.766	4817937.119	303919.097
RP:		4817838.325	303934.581
PT:	2+24.773	4817936.958	303918.102

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 34' 38.3371"	Type:	LEFT
Radius:	100.000		
Length:	1.008	Tangent:	0.504
Mid-Ord:	0.001	External:	0.001
Chord:	1.008	Course:	S 80° 48' 12.0299" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+24.773	4817936.958	303918.102
End:	2+42.305	4817934.069	303900.810

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	17.532	Course:	S 80° 30' 52.8613" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+42.305	4817934.069	303900.810
RP:		4817940.393	303899.753
PT:	2+46.617	4817934.787	303896.640

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	38° 31' 35.6842"	Type:	RIGHT
Radius:	6.412		
Length:	4.312	Tangent:	2.241
Mid-Ord:	0.359	External:	0.380
Chord:	4.231	Course:	N 80° 13' 19.2966" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+46.617	4817934.787	303896.640
End:	2+66.681	4817944.527	303879.099

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.064	Course:	N 60° 57' 31.4545" W

3.5. Alignment: 20190812_mota_cuneta_ria

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4818279.842	303999.382
End:	0+86.193	4818362.499	304023.816

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	86.193	Course:	N 16° 28' 05.2463" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+86.193	4818362.499	304023.816
End:	0+90.967	4818365.262	304027.709

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.774	Course:	N 54° 38' 03.9242" E

3.6. Alignment: 20190812_mota_valla

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4818362.869	304027.077
End:	0+03.252	4818362.076	304030.231

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.252	Course:	S 75° 53' 48.3776" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+03.252	4818362.076	304030.231
RP:		4818354.380	304028.298
PT:	0+07.515	4818360.003	304033.897

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	30° 46' 50.6790"	Type:	RIGHT
Radius:	7.935		
Length:	4.263	Tangent:	2.184
Mid-Ord:	0.285	External:	0.295
Chord:	4.212	Course:	S 60° 30' 23.0381" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+07.515	4818360.003	304033.897
End:	0+14.544	4818355.043	304038.877

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	7.029	Course:	S 45° 06' 57.6986" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+14.544	4818355.043	304038.877
RP:		4818423.641	304107.198
PT:	0+29.383	4818345.417	304050.151

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 46' 52.7894"	Type:	LEFT
Radius:	96.817		
Length:	14.838	Tangent:	7.434
Mid-Ord:	0.284	External:	0.285
Chord:	14.824	Course:	S 49° 30' 24.0933" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+29.383	4818345.417	304050.151
End:	0+47.443	4818334.775	304064.743

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	18.060	Course:	S 53° 53' 50.4880" E

3.7. Alignment: camino_entrada

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4816302.330	303463.695
End:	0+08.636	4816302.834	303455.074

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.636	Course:	N 86° 39' 04.0562" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+08.636	4816302.834	303455.074
RP:		4816402.663	303460.915
PT:	0+14.212	4816303.315	303449.520

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 11' 39.8559"	Type:	RIGHT
Radius:	100.000		
Length:	5.575	Tangent:	2.788
Mid-Ord:	0.039	External:	0.039
Chord:	5.575	Course:	N 85° 03' 14.1282" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+14.212	4816303.315	303449.520
End:	0+15.431	4816303.454	303448.308

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.220	Course:	N 83° 27' 24.2004" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+15.431	4816303.454	303448.308
RP:		4816323.400	303450.596
PT:	0+22.888	4816305.644	303441.225

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	21° 16' 46.6088"	Type:	RIGHT
Radius:	20.077		
Length:	7.456	Tangent:	3.772
Mid-Ord:	0.345	External:	0.351
Chord:	7.414	Course:	N 72° 49' 00.8959" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+22.888	4816305.644	303441.225
End:	0+22.945	4816305.670	303441.175

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.057	Course:	N 62° 10' 37.5918" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+22.945	4816305.670	303441.175
RP:		4816298.621	303437.455
PT:	0+24.877	4816306.357	303439.374

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	13° 53' 16.4214"	Type:	LEFT
Radius:	7.971		
Length:	1.932	Tangent:	0.971
Mid-Ord:	0.058	External:	0.059
Chord:	1.927	Course:	N 69° 07' 15.8023" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+24.877	4816306.357	303439.374
End:	0+26.333	4816306.708	303437.961

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.456	Course:	N 76° 03' 54.0129" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+26.333	4816306.708	303437.961
RP:		4816282.964	303432.069
PT:	0+28.754	4816307.174	303435.586

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 40' 12.4072"	Type:	LEFT
Radius:	24.464		
Length:	2.421	Tangent:	1.212
Mid-Ord:	0.030	External:	0.030
Chord:	2.420	Course:	N 78° 54' 00.2165" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+28.754	4816307.174	303435.586
End:	0+30.571	4816307.435	303433.788

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.817	Course:	N 81° 44' 06.4202" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+30.571	4816307.435	303433.788
RP:		4816301.453	303432.919
PT:	0+31.922	4816307.479	303432.440

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 48' 24.0834"	Type:	LEFT
Radius:	6.045		
Length:	1.351	Tangent:	0.678
Mid-Ord:	0.038	External:	0.038
Chord:	1.348	Course:	N 88° 08' 18.4619" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+31.922	4816307.479	303432.440
End:	0+32.940	4816307.398	303431.426

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.018	Course:	S 85° 27' 29.4967" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+32.940	4816307.398	303431.426
RP:		4816300.511	303431.973
PT:	0+35.182	4816306.865	303429.259

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	18° 35' 19.3144"	Type:	LEFT
Radius:	6.909		
Length:	2.242	Tangent:	1.131
Mid-Ord:	0.091	External:	0.092
Chord:	2.232	Course:	S 76° 09' 49.8392" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+35.182	4816306.865	303429.259
End:	0+38.008	4816305.754	303426.659

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	2.826	Course:	S 66° 52' 10.1821" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+38.008	4816305.754	303426.659
RP:		4816299.079	303429.511
PT:	0+39.585	4816304.983	303425.288

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 26' 57.7676"	Type:	LEFT
Radius:	7.259		
Length:	1.577	Tangent:	0.792
Mid-Ord:	0.043	External:	0.043
Chord:	1.574	Course:	S 60° 38' 41.2983" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+39.585	4816304.983	303425.288
End:	0+40.773	4816304.292	303424.322

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.188	Course:	S 54° 25' 12.4144" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+40.773	4816304.292	303424.322
RP:		4816385.622	303366.138
PT:	0+43.691	4816302.629	303421.924

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 40' 18.8555"	Type:	RIGHT
Radius:	100.000		
Length:	2.918	Tangent:	1.459
Mid-Ord:	0.011	External:	0.011
Chord:	2.918	Course:	S 55° 15' 21.8422" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+43.691	4816302.629	303421.924
End:	0+47.501	4816300.503	303418.762

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.810	Course:	S 56° 05' 31.2700" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+47.501	4816300.503	303418.762
RP:		4816310.987	303411.715
PT:	0+50.054	4816299.302	303416.513

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	11° 35' 01.7034"	Type:	RIGHT
Radius:	12.632		
Length:	2.554	Tangent:	1.281
Mid-Ord:	0.064	External:	0.065
Chord:	2.550	Course:	S 61° 53' 02.1217" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+50.054	4816299.302	303416.513
End:	0+51.976	4816298.572	303414.735

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.922	Course:	S 67° 40' 32.9735" W

Curve Point Data

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+51.976	4816298.572	303414.735
RP:		4816309.697	303410.167
PT:	0+56.203	4816297.679	303410.626

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	20° 08' 13.6560"	Type:	RIGHT
Radius:	12.027		
Length:	4.227	Tangent:	2.136
Mid-Ord:	0.185	External:	0.188
Chord:	4.205	Course:	S 77° 44' 39.8014" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+56.203	4816297.679	303410.626
End:	0+59.852	4816297.540	303406.980

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.649	Course:	S 87° 48' 46.6294" W

3.8. Alignment: Cauce_principal

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	4816297.408	303463.410
End:	0+46.008	4816294.747	303509.341

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	46.008	Course:	S 86° 41' 03.6735" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+46.008	4816294.747	303509.341
RP:		4816314.713	303510.497
PT:	0+47.925	4816294.728	303511.257

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 29' 34.5755"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	1.917	Tangent:	0.959

Mid-Ord: 0.023 External: 0.023
 Chord: 1.917 Course: S 89° 25' 50.9612" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+47.925	4816294.728	303511.257
End:	0+72.965	4816295.679	303536.279

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	25.040	Course:	N 87° 49' 21.7510" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+72.965	4816295.679	303536.279
RP:		4816315.665	303535.520
PT:	0+74.832	4816295.837	303538.138

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 20' 48.9168"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	1.866	Tangent:	0.934

Mid-Ord: 0.022 External: 0.022
 Chord: 1.866 Course: N 85° 08' 57.2926" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+74.832	4816295.837	303538.138
End:	0+88.649	4816297.646	303551.837

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	13.817	Course:	N 82° 28' 32.8342" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+88.649	4816297.646	303551.837
RP:		4816304.685	303550.907
PT:	0+96.829	4816302.673	303557.716

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	66° 01' 02.2148"	Type:	LEFT
Radius:	7.100		
Length:	8.180	Tangent:	4.612

Mid-Ord: 1.146 External: 1.367
 Chord: 7.735 Course: N 49° 28' 01.7268" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+96.829	4816302.673	303557.716
End:	0+97.713	4816303.521	303557.966

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.883	Course:	N 16° 27' 30.6195" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+97.713	4816303.521	303557.966
RP:		4816309.187	303538.786
PT:	1+08.493	4816314.169	303558.155

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	30° 53' 02.1438"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	10.781	Tangent:	5.525

Mid-Ord: 0.722 External: 0.749
 Chord: 10.650 Course: N 01° 00' 59.5476" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+08.493	4816314.169	303558.155
End:	1+11.530	4816317.111	303557.399

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.037	Course:	N 14° 25' 31.5243" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+11.530	4816317.111	303557.399
RP:		4816312.128	303538.029
PT:	1+18.220	4816323.193	303554.690

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	19° 09' 50.8864"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	6.690	Tangent:	3.376

Mid-Ord: 0.279 External: 0.283
 Chord: 6.658 Course: N 24° 00' 26.9675" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+18.220	4816323.193	303554.690
End:	1+28.174	4816331.485	303549.182

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.954	Course:	N 33° 35' 22.4107" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+28.174	4816331.485	303549.182
RP:		4816342.550	303565.843
PT:	1+33.548	4816336.305	303546.843

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	15° 23' 42.7520"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	5.374	Tangent:	2.703

Mid-Ord: 0.180 External: 0.182
 Chord: 5.358 Course: N 25° 53' 31.0347" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+33.548	4816336.305	303546.843
End:	1+40.209	4816342.633	303544.763

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	6.661	Course:	N 18° 11' 39.6587" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+40.209	4816342.633	303544.763
RP:		4816336.388	303525.763
PT:	1+45.206	4816347.137	303542.629

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	14° 18' 50.4989"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	4.997	Tangent:	2.511

Mid-Ord: 0.156 External: 0.157
 Chord: 4.984 Course: N 25° 21' 04.9081" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+45.206	4816347.137	303542.629
End:	1+55.771	4816356.047	303536.951

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.565	Course:	N 32° 30' 30.1576" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+55.771	4816356.047	303536.951
RP:		4816345.298	303520.085
PT:	1+62.659	4816361.110	303532.332

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	19° 43' 55.3473"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	6.888	Tangent:	3.478

Mid-Ord: 0.296 External: 0.300
 Chord: 6.854 Course: N 42° 22' 27.8312" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+62.659	4816361.110	303532.332
End:	1+77.381	4816370.125	303520.693

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.722	Course:	N 52° 14' 25.5049" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+77.381	4816370.125	303520.693
RP:		4816354.313	303508.446
PT:	1+81.227	4816372.174	303517.445

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	11° 01' 07.0587"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	3.846	Tangent:	1.929

Mid-Ord: 0.092 External: 0.093
 Chord: 3.840 Course: N 57° 44' 59.0342" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+81.227	4816372.174	303517.445
End:	1+93.608	4816377.745	303506.389

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.380	Course:	N 63° 15' 32.5636" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+93.608	4816377.745	303506.389
RP:		4816384.432	303509.758
PT:	2+00.034	4816382.610	303502.495

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	49° 10' 31.1638"	Type:	RIGHT
Radius:	7.488		
Length:	6.427	Tangent:	3.426

Mid-Ord: 0.679 External: 0.747
 Chord: 6.231 Course: N 38° 40' 16.9817" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+00.034	4816382.610	303502.495
End:	2+03.503	4816385.974	303501.651

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.469	Course:	N 14° 05' 01.3998" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+03.503	4816385.974	303501.651
RP:		4816390.841	303521.050
PT:	2+06.836	4816389.260	303501.113

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 32' 57.1426"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.333	Tangent:	1.671

Mid-Ord: 0.069 External: 0.070
 Chord: 3.329 Course: N 09° 18' 32.8285" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+06.836	4816389.260	303501.113
End:	2+10.893	4816393.304	303500.792

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.057	Course:	N 04° 32' 04.2572" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+10.893	4816393.304	303500.792
RP:		4816393.873	303507.967
PT:	2+16.067	4816398.170	303502.193

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	41° 11' 19.0483"	Type:	RIGHT
Radius:	7.197		
Length:	5.174	Tangent:	2.704

Mid-Ord: 0.460 External: 0.491
 Chord: 5.063 Course: N 16° 03' 35.2670" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+16.067	4816398.170	303502.193
End:	2+25.689	4816405.889	303507.937

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.622	Course:	N 36° 39' 14.7911" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+25.689	4816405.889	303507.937
RP:		4816393.949	303523.982
PT:	2+29.040	4816408.398	303510.152

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 35' 59.5440"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.351	Tangent:	1.679

Mid-Ord: 0.070 External: 0.070
 Chord: 3.347 Course: N 41° 27' 14.5631" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+29.040	4816408.398	303510.152
End:	2+36.786	4816413.754	303515.749

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	7.746	Course:	N 46° 15' 14.3351" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+36.786	4816413.754	303515.749
RP:		4816417.626	303512.043
PT:	2+40.254	4816416.770	303517.334

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	37° 04' 00.8639"	Type:	LEFT
Radius:	5.360		
Length:	3.467	Tangent:	1.797

Mid-Ord: 0.278 External: 0.293
 Chord: 3.407 Course: N 27° 43' 13.9032" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+40.254	4816416.770	303517.334
End:	2+40.262	4816416.778	303517.335

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.008	Course:	N 09° 11' 13.4682" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+40.262	4816416.778	303517.335
RP:		4816419.971	303497.591
PT:	2+45.604	4816422.103	303517.477

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	15° 18' 19.9153"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	5.343	Tangent:	2.687

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.178 External: 0.180
 Chord: 5.327 Course: N 01° 32' 03.5135" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+45.604	4816422.103	303517.477
End:	2+50.085	4816426.558	303517.000

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.480	Course:	N 06° 07' 06.4441" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+50.085	4816426.558	303517.000
RP:		4816424.426	303497.114
PT:	2+56.109	4816432.361	303515.472

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	17° 15' 29.2716"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	6.024	Tangent:	3.035

Mid-Ord: 0.226 External: 0.229
 Chord: 6.001 Course: N 14° 44' 51.0799" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+56.109	4816432.361	303515.472
End:	2+70.930	4816445.966	303509.592

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.821	Course:	N 23° 22' 35.7157" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+70.930	4816445.966	303509.592
RP:		4816438.030	303491.233
PT:	2+72.976	4816447.800	303508.685

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 51' 46.6276"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	2.047	Tangent:	1.024

Mid-Ord: 0.026 External: 0.026
 Chord: 2.046 Course: N 26° 18' 29.0295" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+72.976	4816447.800	303508.685
End:	2+77.291	4816451.564	303506.578

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	4.314	Course:	N 29° 14' 22.3433" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+77.291	4816451.564	303506.578
RP:		4816441.795	303489.126
PT:	2+90.506	4816460.218	303496.909

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	37° 51' 35.3853"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	13.216	Tangent:	6.859

Mid-Ord: 1.082 External: 1.144
 Chord: 12.976 Course: N 48° 10' 10.0359" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+90.506	4816460.218	303496.909
End:	2+99.228	4816463.613	303488.874

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.722	Course:	N 67° 05' 57.7286" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+99.228	4816463.613	303488.874
RP:		4816445.189	303481.091
PT:	3+00.342	4816464.017	303487.837

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 11' 24.4259"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	1.114	Tangent:	0.557

Mid-Ord: 0.008 External: 0.008
 Chord: 1.113 Course: N 68° 41' 39.9415" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+00.342	4816464.017	303487.837
End:	3+10.451	4816467.427	303478.320

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.109	Course:	N 70° 17' 22.1545" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+10.451	4816467.427	303478.320
RP:		4816448.598	303471.575
PT:	3+15.792	4816468.539	303473.113

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	15° 18' 01.0726"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	5.341	Tangent:	2.686

Mid-Ord: 0.178 External: 0.180
 Chord: 5.325 Course: N 77° 56' 22.6908" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+15.792	4816468.539	303473.113
End:	3+51.321	4816471.271	303437.689

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	35.529	Course:	N 85° 35' 23.2271" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+51.321	4816471.271	303437.689
RP:		4816451.330	303436.151
PT:	3+52.254	4816471.321	303436.756

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	02° 40' 31.3668"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	0.934	Tangent:	0.467

Mid-Ord: 0.005 External: 0.005
 Chord: 0.934 Course: N 86° 55' 38.9105" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+52.254	4816471.321	303436.756
End:	3+53.455	4816471.358	303435.557

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.200	Course:	N 88° 15' 54.5939" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+53.455	4816471.358	303435.557
RP:		4816491.348	303436.162
PT:	3+61.177	4816473.058	303428.073

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	22° 07' 25.1620"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	7.723	Tangent:	3.910

Mid-Ord: 0.372 External: 0.379
 Chord: 7.675 Course: N 77° 12' 12.0129" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+61.177	4816473.058	303428.073
End:	3+64.183	4816474.273	303425.324

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.006	Course:	N 66° 08' 29.4319" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+64.183	4816474.273	303425.324
RP:		4816492.564	303433.413
PT:	3+73.348	4816479.739	303418.067

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	26° 15' 18.9320"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	9.165	Tangent:	4.664

Mid-Ord: 0.523 External: 0.537
 Chord: 9.085 Course: N 53° 00' 49.9659" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+73.348	4816479.739	303418.067
End:	3+94.373	4816495.872	303404.584

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.025	Course:	N 39° 53' 10.4999" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+94.373	4816495.872	303404.584
RP:		4816483.047	303389.238
PT:	3+95.891	4816496.999	303403.567

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 20' 59.0482"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	1.518	Tangent:	0.760

Mid-Ord: 0.014 External: 0.014
 Chord: 1.518 Course: N 42° 03' 40.0239" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+95.891	4816496.999	303403.567
End:	4+13.243	4816509.431	303391.463

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	17.351	Course:	N 44° 14' 09.5481" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	4+13.243	4816509.431	303391.463
RP:		4816523.383	303405.792
PT:	4+24.267	4816519.002	303386.278

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	31° 34' 56.3298"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	11.024	Tangent:	5.656

Mid-Ord: 0.755 External: 0.784
 Chord: 10.885 Course: N 28° 26' 41.3832" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	4+24.267	4816519.002	303386.278
End:	4+24.671	4816519.396	303386.189

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.404	Course:	N 12° 39' 13.2183" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	4+24.671	4816519.396	303386.189
RP:		4816523.777	303405.704
PT:	4+39.510	4816533.734	303388.358

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	42° 30' 38.2902"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	14.839	Tangent:	7.780

Mid-Ord: 1.361 External: 1.460
 Chord: 14.501 Course: N 08° 36' 05.9268" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	4+39.510	4816533.734	303388.358
End:	4+49.678	4816542.552	303393.420

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.168	Course:	N 29° 51' 25.0719" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	4+49.678	4816542.552	303393.420
RP:		4816552.509	303376.075
PT:	4+50.008	4816542.839	303393.582

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 56' 42.0112"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	0.330	Tangent:	0.165

Mid-Ord: 0.001 External: 0.001
 Chord: 0.330 Course: N 29° 23' 04.0663" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	4+50.008	4816542.839	303393.582
End:	4+69.317	4816559.742	303402.917

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.309	Course:	N 28° 54' 43.0607" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	4+69.317	4816559.742	303402.917
RP:		4816569.411	303385.410
PT:	4+74.141	4816564.204	303404.721

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	13° 49' 18.3372"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	4.825	Tangent:	2.424

Mid-Ord: 0.145 External: 0.146
 Chord: 4.813 Course: N 22° 00' 03.8921" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	4+74.141	4816564.204	303404.721
End:	5+06.255	4816595.210	303413.081

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	32.113	Course:	N 15° 05' 24.7235" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+06.255	4816595.210	303413.081
RP:		4816600.417	303393.771
PT:	5+11.495	4816600.390	303413.770

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	15° 00' 50.5521"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	5.241	Tangent:	2.636

Mid-Ord: 0.171 External: 0.173
 Chord: 5.226 Course: N 07° 34' 59.4474" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+11.495	4816600.390	303413.770
End:	5+31.168	4816620.063	303413.797

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.673	Course:	N 00° 04' 34.1714" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+31.168	4816620.063	303413.797
RP:		4816620.090	303393.797
PT:	5+36.960	4816625.776	303412.971

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	16° 35' 34.2693"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	5.792	Tangent:	2.916

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.209 External: 0.212
 Chord: 5.772 Course: N 08° 13' 12.9632" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+36.960	4816625.776	303412.971
End:	5+49.983	4816638.261	303409.269

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	13.022	Course:	N 16° 31' 00.0979" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+49.983	4816638.261	303409.269
RP:		4816640.327	303416.237
PT:	5+54.909	4816643.087	303409.514

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	38° 49' 49.8361"	Type:	RIGHT
Radius:	7.268		
Length:	4.926	Tangent:	2.562

Mid-Ord: 0.413 External: 0.438
 Chord: 4.832 Course: N 02° 53' 54.8202" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+54.909	4816643.087	303409.514
End:	5+56.667	4816644.713	303410.181

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	1.758	Course:	N 22° 18' 49.7382" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+56.667	4816644.713	303410.181
RP:		4816637.120	303428.683
PT:	5+60.820	4816648.365	303412.144

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	11° 53' 50.3943"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	4.153	Tangent:	2.084

Mid-Ord: 0.108 External: 0.108
 Chord: 4.145 Course: N 28° 15' 44.9354" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+60.820	4816648.365	303412.144
End:	5+96.989	4816678.276	303432.480

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	36.170	Course:	N 34° 12' 40.1326" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+96.989	4816678.276	303432.480
RP:		4816689.521	303415.941
PT:	5+97.618	4816678.802	303432.826

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 48' 06.8319"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	0.629	Tangent:	0.315

Mid-Ord: 0.002 External: 0.002
 Chord: 0.629 Course: N 33° 18' 36.7166" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+97.618	4816678.802	303432.826
End:	6+18.623	4816696.535	303444.084

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.005	Course:	N 32° 24' 33.3006" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	6+18.623	4816696.535	303444.084
RP:		4816707.254	303427.199
PT:	6+25.771	4816703.119	303446.767

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	20° 28' 39.1873"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	7.148	Tangent:	3.613

Mid-Ord: 0.318 External: 0.324
 Chord: 7.110 Course: N 22° 10' 13.7070" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+25.771	4816703.119	303446.767
End:	6+40.528	4816717.557	303449.817

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.757	Course:	N 11° 55' 54.1133" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	6+40.528	4816717.557	303449.817
RP:		4816721.692	303430.250
PT:	6+43.809	4816720.808	303450.230

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 23' 59.1226"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	3.281	Tangent:	1.644

Mid-Ord: 0.067 External: 0.067
 Chord: 3.277 Course: N 07° 13' 54.5520" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+43.809	4816720.808	303450.230
End:	6+56.782	4816733.769	303450.803

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.973	Course:	N 02° 31' 54.9907" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	6+56.782	4816733.769	303450.803
RP:		4816734.652	303430.823
PT:	6+65.905	4816742.660	303449.149

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	26° 08' 06.2011"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	9.123	Tangent:	4.642

Mid-Ord: 0.518 External: 0.532
 Chord: 9.044 Course: N 10° 32' 08.1098" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+65.905	4816742.660	303449.149
End:	6+77.210	4816753.019	303444.623

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	11.305	Course:	N 23° 36' 11.2104" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	6+77.210	4816753.019	303444.623
RP:		4816761.027	303462.950
PT:	6+92.254	4816767.702	303444.096

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	43° 05' 51.3440"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	15.044	Tangent:	7.898

Mid-Ord: 1.398 External: 1.503
 Chord: 14.692 Course: N 02° 03' 15.5384" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+92.254	4816767.702	303444.096
End:	6+95.709	4816770.959	303445.249

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.456	Course:	N 19° 29' 40.1336" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	6+95.709	4816770.959	303445.249
RP:		4816767.954	303453.738
PT:	6+97.940	4816772.949	303446.245

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	14° 11' 30.9466"	Type:	RIGHT
Radius:	9.005		
Length:	2.231	Tangent:	1.121

Mid-Ord: 0.069 External: 0.070
 Chord: 2.225 Course: N 26° 35' 25.6069" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+97.940	4816772.949	303446.245
End:	7+01.579	4816775.976	303448.264

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.639	Course:	N 33° 41' 11.0803" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	7+01.579	4816775.976	303448.264
RP:		4816764.486	303465.502
PT:	7+04.185	4816778.048	303449.841

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	07° 12' 27.4019"	Type:	RIGHT
Radius:	20.717		
Length:	2.606	Tangent:	1.305

Mid-Ord: 0.041 External: 0.041
 Chord: 2.604 Course: N 37° 17' 24.7812" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	7+04.185	4816778.048	303449.841
End:	7+22.613	4816791.979	303461.906

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	18.428	Course:	N 40° 53' 38.4822" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	7+22.613	4816791.979	303461.906
RP:		4816778.885	303477.024
PT:	7+33.228	4816797.830	303470.614

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	30° 24' 41.3793"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	10.616	Tangent:	5.436

Mid-Ord: 0.700 External: 0.726
 Chord: 10.491 Course: N 56° 05' 59.1718" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	7+33.228	4816797.830	303470.614
End:	7+60.820	4816806.674	303496.749

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	27.591	Course:	N 71° 18' 19.8615" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	7+60.820	4816806.674	303496.749
RP:		4816787.729	303503.160
PT:	7+64.081	4816807.463	303499.909

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 20' 30.4325"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.261	Tangent:	1.634

Mid-Ord: 0.066 External: 0.067
 Chord: 3.257 Course: N 75° 58' 35.0777" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	7+64.081	4816807.463	303499.909
End:	7+72.265	4816808.793	303507.985

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	8.184	Course:	N 80° 38' 50.2940" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	7+72.265	4816808.793	303507.985
RP:		4816828.527	303504.735
PT:	7+95.930	4816824.078	303524.234

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	67° 47' 39.5037"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	23.665	Tangent:	13.438

Mid-Ord: 3.399 External: 4.095
 Chord: 22.308 Course: N 46° 45' 00.5421" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	7+95.930	4816824.078	303524.234
End:	8+11.417	4816839.177	303527.679

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	15.487	Course:	N 12° 51' 10.7903" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+11.417	4816839.177	303527.679
RP:		4816834.728	303547.178
PT:	8+19.317	4816846.338	303530.892

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	22° 37' 58.6758"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	7.900	Tangent:	4.002

Mid-Ord: 0.389 External: 0.397
 Chord: 7.849 Course: N 24° 10' 10.1282" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+19.317	4816846.338	303530.892
End:	8+30.063	4816855.088	303537.131

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.746	Course:	N 35° 29' 09.4661" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+30.063	4816855.088	303537.131
RP:		4816843.478	303553.416
PT:	8+32.175	4816856.740	303538.445

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	06° 02' 56.7148"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	2.112	Tangent:	1.057

Mid-Ord: 0.028 External: 0.028
 Chord: 2.111 Course: N 38° 30' 37.8235" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+32.175	4816856.740	303538.445
End:	8+44.700	4816866.116	303546.750

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.525	Course:	N 41° 32' 06.1809" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+44.700	4816866.116	303546.750
RP:		4816879.377	303531.779
PT:	8+53.607	4816873.858	303551.002

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	25° 31' 01.4908"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	8.907	Tangent:	4.529

Mid-Ord: 0.494 External: 0.506
 Chord: 8.834 Course: N 28° 46' 35.4355" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+53.607	4816873.858	303551.002
End:	8+59.400	4816879.426	303552.601

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	5.793	Course:	N 16° 01' 04.6901" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+59.400	4816879.426	303552.601
RP:		4816884.945	303533.377
PT:	8+67.235	4816887.184	303553.252

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	22° 26' 47.9476"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	7.835	Tangent:	3.969

Mid-Ord: 0.382 External: 0.390
 Chord: 7.785 Course: N 04° 47' 40.7163" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+67.235	4816887.184	303553.252
End:	8+81.810	4816901.667	303551.620

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.574	Course:	N 06° 25' 43.2575" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+81.810	4816901.667	303551.620
RP:		4816899.428	303531.746
PT:	8+90.558	4816909.875	303548.800

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	25° 03' 44.3917"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	8.748	Tangent:	4.445

Mid-Ord: 0.476 External: 0.488
 Chord: 8.679 Course: N 18° 57' 35.4534" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+90.558	4816909.875	303548.800
End:	9+01.795	4816919.457	303542.930

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	11.237	Course:	N 31° 29' 27.6492" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+01.795	4816919.457	303542.930
RP:		4816929.904	303559.985
PT:	9+18.963	4816935.983	303540.931

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	49° 11' 02.1248"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	17.168	Tangent:	9.153

Mid-Ord: 1.814 External: 1.995
 Chord: 16.646 Course: N 06° 53' 56.5868" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	9+18.963	4816935.983	303540.931
End:	9+39.125	4816955.190	303547.058

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.161	Course:	N 17° 41' 34.4756" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+39.125	4816955.190	303547.058
RP:		4817010.787	303372.775
PT:	9+41.661	4816957.611	303547.812

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	00° 47' 39.4038"	Type:	LEFT
Radius:	182.936		
Length:	2.536	Tangent:	1.268

Mid-Ord: 0.004 External: 0.004
 Chord: 2.536 Course: N 17° 17' 44.7737" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	9+41.661	4816957.611	303547.812
End:	9+71.279	4816985.951	303556.421

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	29.618	Course:	N 16° 53' 55.0718" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+71.279	4816985.951	303556.421
RP:		4816988.858	303546.853
PT:	9+73.528	4816988.158	303556.829

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 53' 05.0509"	Type:	LEFT
Radius:	10.000		
Length:	2.249	Tangent:	1.129

Mid-Ord: 0.063 External: 0.064
 Chord: 2.244 Course: N 10° 27' 22.5463" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	9+73.528	4816988.158	303556.829
End:	9+79.307	4816993.923	303557.233

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	5.780	Course:	N 04° 00' 50.0208" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+79.307	4816993.923	303557.233
RP:		4816999.877	303472.385
PT:	9+87.835	4817002.446	303557.403

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	05° 44' 40.1839"	Type:	LEFT
Radius:	85.057		
Length:	8.528	Tangent:	4.267

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

Mid-Ord: 0.107 External: 0.107
 Chord: 8.524 Course: N 01° 08' 29.9289" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	9+87.835	4817002.446	303557.403
End:	10+10.543	4817025.143	303556.717

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	22.707	Course:	N 01° 43' 50.1631" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	10+10.543	4817025.143	303556.717
End:	10+46.193	4817054.903	303576.346

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	35.651	Course:	N 33° 24' 25.2385" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	10+46.193	4817054.903	303576.346
RP:		4817076.912	303542.976
PT:	10+47.849	4817056.304	303577.229

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	02° 22' 23.2085"	Type:	LEFT
Radius:	39.974		
Length:	1.656	Tangent:	0.828
Mid-Ord:	0.009	External:	0.009
Chord:	1.656	Course:	N 32° 13' 13.6342" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	10+47.849	4817056.304	303577.229
End:	11+09.166	4817108.844	303608.840

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	61.317	Course:	N 31° 02' 02.0300" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	11+09.166	4817108.844	303608.840
RP:		4817214.063	303433.961
PT:	11+16.854	4817115.505	303612.679

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	02° 09' 30.2976"	Type:	LEFT
Radius:	204.092		
Length:	7.688	Tangent:	3.845
Mid-Ord:	0.036	External:	0.036
Chord:	7.688	Course:	N 29° 57' 16.8812" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	11+16.854	4817115.505	303612.679
End:	11+53.487	4817147.583	303630.369

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	36.633	Course:	N 28° 52' 31.7324" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	11+53.487	4817147.583	303630.369
RP:		4817137.925	303647.883
PT:	11+61.746	4817153.800	303635.717

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	23° 39' 41.0777"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	8.259	Tangent:	4.189
Mid-Ord:	0.425	External:	0.434
Chord:	8.201	Course:	N 40° 42' 22.2713" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	11+61.746	4817153.800	303635.717
End:	11+84.128	4817167.414	303653.483

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	22.382	Course:	N 52° 32' 12.8101" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	11+84.128	4817167.414	303653.483
RP:		4817151.539	303665.648
PT:	11+85.208	4817168.047	303654.358

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	03° 05' 43.4311"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	1.080	Tangent:	0.540
Mid-Ord:	0.007	External:	0.007
Chord:	1.080	Course:	N 54° 05' 04.5256" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	11+85.208	4817168.047	303654.358
End:	12+27.857	4817192.122	303689.561

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	42.648	Course:	N 55° 37' 56.2412" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	12+27.857	4817192.122	303689.561
RP:		4817175.614	303700.851
PT:	12+30.911	4817193.648	303692.204

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 45' 01.8883"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.055	Tangent:	1.530
Mid-Ord:	0.058	External:	0.058
Chord:	3.052	Course:	N 60° 00' 27.1854" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	12+30.911	4817193.648	303692.204
End:	12+53.648	4817203.478	303712.706

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	22.737	Course:	N 64° 22' 58.1295" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	12+53.648	4817203.478	303712.706
RP:		4817221.512	303704.058
PT:	12+63.469	4817209.687	303720.188

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	28° 08' 05.6866"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	9.821	Tangent:	5.012
Mid-Ord:	0.600	External:	0.618
Chord:	9.723	Course:	N 50° 18' 55.2862" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	12+63.469	4817209.687	303720.188
End:	12+84.800	4817226.889	303732.800

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.331	Course:	N 36° 14' 52.4429" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	12+84.800	4817226.889	303732.800
RP:		4817238.715	303716.671
PT:	12+92.521	4817233.833	303736.066

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	22° 07' 07.8432"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	7.721	Tangent:	3.909
Mid-Ord:	0.371	External:	0.378
Chord:	7.673	Course:	N 25° 11' 18.5213" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	12+92.521	4817233.833	303736.066
End:	13+24.889	4817265.222	303743.967

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	32.368	Course:	N 14° 07' 44.5997" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

PC:	13+24.889	4817265.222	303743.967
RP:		4817270.104	303724.572
PT:	13+29.611	4817269.894	303744.571

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	13° 31' 43.6410"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	4.722	Tangent:	2.372
Mid-Ord:	0.139	External:	0.140
Chord:	4.711	Course:	N 07° 21' 52.7792" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	13+29.611	4817269.894	303744.571
End:	13+88.371	4817328.651	303745.187

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	58.759	Course:	N 00° 36' 00.9587" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	13+88.371	4817328.651	303745.187
RP:		4817328.441	303765.186
PT:	13+95.518	4817335.633	303746.524

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	20° 28' 30.6151"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	7.147	Tangent:	3.612
Mid-Ord:	0.318	External:	0.324
Chord:	7.109	Course:	N 10° 50' 16.2663" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	13+95.518	4817335.633	303746.524
End:	14+15.784	4817354.543	303753.811

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.266	Course:	N 21° 04' 31.5738" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

PC:	14+15.784	4817354.543	303753.811
RP:		4817347.351	303772.473
PT:	14+22.360	4817360.184	303757.133

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	18° 50' 15.8693"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	6.576	Tangent:	3.318
Mid-Ord:	0.270	External:	0.273
Chord:	6.546	Course:	N 30° 29' 39.5085" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	14+22.360	4817360.184	303757.133
End:	14+72.339	4817398.519	303789.201

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	49.980	Course:	N 39° 54' 47.4431" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	14+72.339	4817398.519	303789.201
RP:		4817385.687	303804.541
PT:	14+76.958	4817401.690	303792.546

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	13° 13' 58.7823"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	4.619	Tangent:	2.320
Mid-Ord:	0.133	External:	0.134
Chord:	4.609	Course:	N 46° 31' 46.8342" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	14+76.958	4817401.690	303792.546
End:	15+05.432	4817418.768	303815.330

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	28.474	Course:	N 53° 08' 46.2254" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	15+05.432	4817418.768	303815.330
RP:		4817434.771	303803.334
PT:	15+07.801	4817420.297	303817.137

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	06° 47' 06.5667"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	2.368	Tangent:	1.186
Mid-Ord:	0.035	External:	0.035
Chord:	2.367	Course:	N 49° 45' 12.9420" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	15+07.801	4817420.297	303817.137
End:	15+31.757	4817436.830	303834.474

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	23.957	Course:	N 46° 21' 39.6587" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

PC:	15+31.757	4817436.830	303834.474
RP:		4817451.304	303820.672
PT:	15+39.231	4817442.867	303838.805

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	21° 24' 35.2853"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	7.473	Tangent:	3.781
Mid-Ord:	0.348	External:	0.354
Chord:	7.430	Course:	N 35° 39' 22.0160" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	15+39.231	4817442.867	303838.805
End:	15+88.011	4817487.094	303859.383

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	48.780	Course:	N 24° 57' 04.3734" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	15+88.011	4817487.094	303859.383
RP:		4817478.658	303877.516
PT:	15+91.277	4817489.931	303860.996

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 21' 26.4742"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.266	Tangent:	1.637
Mid-Ord:	0.067	External:	0.067
Chord:	3.263	Course:	N 29° 37' 47.6105" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	15+91.277	4817489.931	303860.996
End:	16+28.248	4817520.469	303881.834

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	36.971	Course:	N 34° 18' 30.8475" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	16+28.248	4817520.469	303881.834
RP:		4817509.196	303898.355
PT:	16+31.012	4817522.638	303883.545

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	07° 55' 12.1937"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	2.765	Tangent:	1.385
Mid-Ord:	0.048	External:	0.048
Chord:	2.762	Course:	N 38° 16' 06.9444" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	16+31.012	4817522.638	303883.545
End:	16+77.324	4817556.930	303914.671

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	46.312	Course:	N 42° 13' 43.0413" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	16+77.324	4817556.930	303914.671
RP:		4817543.488	303929.480
PT:	16+85.158	4817561.565	303920.924

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	22° 26' 32.3625"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	7.834	Tangent:	3.968
Mid-Ord:	0.382	External:	0.390
Chord:	7.784	Course:	N 53° 26' 59.2225" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	16+85.158	4817561.565	303920.924
End:	16+95.254	4817565.885	303930.049

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.096	Course:	N 64° 40' 15.4038" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	16+95.254	4817565.885	303930.049
RP:		4817547.807	303938.606
PT:	16+98.277	4817566.967	303932.869

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 39' 37.0678"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.023	Tangent:	1.514
Mid-Ord:	0.057	External:	0.057
Chord:	3.020	Course:	N 69° 00' 03.9377" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	16+98.277	4817566.967	303932.869
End:	17+21.458	4817573.616	303955.076

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	23.181	Course:	N 73° 19' 52.4716" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

PC:	17+21.458	4817573.616	303955.076
RP:		4817592.776	303949.340
PT:	17+24.278	4817574.612	303957.712

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 04' 38.6455"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	2.820	Tangent:	1.412
Mid-Ord:	0.050	External:	0.050
Chord:	2.817	Course:	N 69° 17' 33.1488" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	17+24.278	4817574.612	303957.712
End:	17+43.422	4817582.626	303975.098

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.145	Course:	N 65° 15' 13.8261" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	17+43.422	4817582.626	303975.098
RP:		4817600.790	303966.726
PT:	17+50.204	4817586.445	303980.663

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	19° 25' 39.0588"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	6.781	Tangent:	3.424
Mid-Ord:	0.287	External:	0.291
Chord:	6.749	Course:	N 55° 32' 24.2967" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	17+50.204	4817586.445	303980.663
End:	17+64.969	4817596.734	303991.253

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	14.765	Course:	N 45° 49' 34.7673" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	17+64.969	4817596.734	303991.253
RP:		4817582.389	304005.190
PT:	17+65.515	4817597.109	303991.649

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	01° 33' 49.2903"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	0.546	Tangent:	0.273
Mid-Ord:	0.002	External:	0.002
Chord:	0.546	Course:	N 46° 36' 29.4125" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	17+65.515	4817597.109	303991.649
End:	17+76.666	4817604.658	303999.856

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	11.151	Course:	N 47° 23' 24.0576" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	17+76.666	4817604.658	303999.856
RP:		4817619.378	303986.316
PT:	17+96.775	4817622.926	304005.999

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	57° 36' 32.8294"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	20.109	Tangent:	10.997
Mid-Ord:	2.475	External:	2.824
Chord:	19.273	Course:	N 18° 35' 07.6429" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	17+96.775	4817622.926	304005.999
End:	18+15.435	4817641.290	304002.688

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	18.660	Course:	N 10° 13' 08.7718" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	18+15.435	4817641.290	304002.688
RP:		4817637.742	303983.006
PT:	18+23.067	4817648.365	303999.951

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	21° 51' 47.0177"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	7.632	Tangent:	3.863
Mid-Ord:	0.363	External:	0.370
Chord:	7.585	Course:	N 21° 09' 02.2806" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	18+23.067	4817648.365	303999.951
End:	18+45.024	4817666.968	303988.290

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.957	Course:	N 32° 04' 55.7895" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	18+45.024	4817666.968	303988.290
RP:		4817677.591	304005.235
PT:	18+62.070	4817683.356	303986.084

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	48° 50' 07.4209"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	17.047	Tangent:	9.080
Mid-Ord:	1.789	External:	1.965
Chord:	16.535	Course:	N 07° 39' 52.0790" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	18+62.070	4817683.356	303986.084
End:	18+62.746	4817684.003	303986.279

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.675	Course:	N 16° 45' 11.6314" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	18+62.746	4817684.003	303986.279
RP:		4817678.238	304005.430
PT:	18+66.392	4817687.379	303987.642

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	10° 26' 45.9582"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.646	Tangent:	1.828
Mid-Ord:	0.083	External:	0.083
Chord:	3.641	Course:	N 21° 58' 34.6105" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	18+66.392	4817687.379	303987.642
End:	18+75.510	4817695.489	303991.809

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	9.118	Course:	N 27° 11' 57.5896" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	18+75.510	4817695.489	303991.809
RP:		4817523.222	304327.013
PT:	19+24.174	4817737.218	304016.782

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	07° 23' 53.9049"	Type:	RIGHT
Radius:	376.878		
Length:	48.664	Tangent:	24.366
Mid-Ord:	0.785	External:	0.787
Chord:	48.631	Course:	N 30° 53' 54.5421" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	19+24.174	4817737.218	304016.782
End:	19+24.749	4817737.691	304017.108

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.575	Course:	N 34° 35' 51.4947" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	19+24.749	4817737.691	304017.108
RP:		4817726.150	304033.840
PT:	19+33.854	4817743.799	304023.757

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	25° 39' 48.2908"	Type:	RIGHT
Radius:	20.326		
Length:	9.104	Tangent:	4.630
Mid-Ord:	0.508	External:	0.521
Chord:	9.029	Course:	N 47° 25' 45.6399" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	19+33.854	4817743.799	304023.757
End:	19+34.132	4817743.937	304023.999

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.279	Course:	N 60° 15' 39.7854" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	19+34.132	4817743.937	304023.999
RP:		4817505.719	304160.091
PT:	19+93.477	4817767.595	304078.299

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 23' 36.9512"	Type:	RIGHT
Radius:	274.352		
Length:	59.345	Tangent:	29.789
Mid-Ord:	1.603	External:	1.612
Chord:	59.229	Course:	N 66° 27' 28.2609" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	19+93.477	4817767.595	304078.299
End:	19+96.561	4817768.514	304081.242

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	3.084	Course:	N 72° 39' 16.7365" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	19+96.561	4817768.514	304081.242
RP:		4817809.872	304068.325
PT:	20+29.860	4817789.117	304106.358

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	44° 01' 58.4442"	Type:	LEFT
Radius:	43.328		
Length:	33.299	Tangent:	17.520
Mid-Ord:	3.160	External:	3.408
Chord:	32.485	Course:	N 50° 38' 17.5144" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	20+29.860	4817789.117	304106.358
End:	20+30.575	4817789.745	304106.701

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.716	Course:	N 28° 37' 18.2923" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	20+30.575	4817789.745	304106.701
RP:		4817810.918	304067.901
PT:	20+43.815	4817802.137	304111.221

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	17° 09' 45.6812"	Type:	LEFT
Radius:	44.201		
Length:	13.240	Tangent:	6.670
Mid-Ord:	0.495	External:	0.500
Chord:	13.191	Course:	N 20° 02' 25.4517" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	20+43.815	4817802.137	304111.221
End:	20+65.567	4817823.454	304115.543

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.751	Course:	N 11° 27' 32.6111" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	20+65.567	4817823.454	304115.543
RP:		4817827.428	304095.941
PT:	20+68.116	4817825.978	304115.889

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	07° 18' 09.5429"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	2.549	Tangent:	1.276
Mid-Ord:	0.041	External:	0.041
Chord:	2.547	Course:	N 07° 48' 27.8396" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	20+68.116	4817825.978	304115.889
End:	20+96.459	4817854.247	304117.943

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	28.344	Course:	N 04° 09' 23.0682" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	20+96.459	4817854.247	304117.943
RP:		4817855.697	304097.996
PT:	20+98.195	4817855.981	304117.994

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	04° 58' 18.1671"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	1.735	Tangent:	0.868
Mid-Ord:	0.019	External:	0.019
Chord:	1.735	Course:	N 01° 40' 13.9846" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	20+98.195	4817855.981	304117.994
End:	21+17.593	4817875.377	304117.718

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	19.398	Course:	N 00° 48' 55.0989" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	21+17.593	4817875.377	304117.718
RP:		4817875.662	304137.716
PT:	21+33.402	4817889.674	304123.444

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	45° 17' 24.4042"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	15.809	Tangent:	8.344
Mid-Ord:	1.542	External:	1.671
Chord:	15.401	Course:	N 21° 49' 47.1032" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	21+33.402	4817889.674	304123.444
End:	21+33.879	4817890.014	304123.779

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	0.477	Course:	N 44° 28' 29.3052" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	21+33.879	4817890.014	304123.779
RP:		4817876.002	304138.050
PT:	21+43.256	4817894.951	304131.650

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	26° 51' 43.0707"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	9.377	Tangent:	4.776
Mid-Ord:	0.547	External:	0.562
Chord:	9.291	Course:	N 57° 54' 20.8406" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	21+43.256	4817894.951	304131.650
End:	21+50.607	4817897.303	304138.614

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	7.351	Course:	N 71° 20' 12.3760" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	21+50.607	4817897.303	304138.614
RP:		4817878.355	304145.014
PT:	21+54.214	4817898.144	304142.118

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	10° 20' 07.5745"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.608	Tangent:	1.809
Mid-Ord:	0.081	External:	0.082
Chord:	3.603	Course:	N 76° 30' 16.1632" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	21+54.214	4817898.144	304142.118
End:	21+85.236	4817902.637	304172.812

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	31.021	Course:	N 81° 40' 19.9505" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	21+85.236	4817902.637	304172.812
RP:		4817882.848	304175.708
PT:	21+88.951	4817902.831	304176.517

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	10° 38' 42.2489"	Type:	RIGHT
Radius:	20.000		
Length:	3.716	Tangent:	1.863
Mid-Ord:	0.086	External:	0.087
Chord:	3.710	Course:	N 86° 59' 41.0750" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	21+88.951	4817902.831	304176.517
End:	22+01.169	4817902.337	304188.725

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	12.218	Course:	S 87° 40' 57.8005" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
-------------	---------	----------	---------

DRENAJE SOSTENIBLE Y RENATURALIZACIÓN DE LOS ARROYOS ORIENTALES (PEDREGAL, CUARTEL, ALOSEI Y MANZANA) DEL NÚCLEO DE VILLAVICIOSA, A SU PASO POR EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAVICIOSA (ASTURIAS)

PC:	22+01.169	4817902.337	304188.725
RP:		4817922.321	304189.533
PT:	22+09.269	4817903.635	304196.664

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	23° 12' 13.2176"	Type:	LEFT
Radius:	20.000		
Length:	8.100	Tangent:	4.106
Mid-Ord:	0.409	External:	0.417
Chord:	8.044	Course:	N 80° 42' 55.5907" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	22+09.269	4817903.635	304196.664
End:	22+31.149	4817911.436	304217.106

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	21.880	Course:	N 69° 06' 48.9818" E

ANEJO Nº8. CÁLCULO DE ESCOLLERAS

ÍNDICE

1.	CÁLCULO DE LA ESCOLLERA DE PROTECCIÓN	1
1.1.	SITUACIÓN DE ZONAS A PROTEGER	2
1.2.	TAMAÑO MÍNIMO DE LA ESCOLLERA	2
1.2.1.	FÓRMULAS DE MAZA, DEL “MANUAL DE INGENIERÍA DE RÍOS”	3
1.2.2.	FÓRMULAS BASADAS EN LA EXPERIENCIA DE PROTECCIONES DE ESCOLLERA EN ESTADOS UNIDOS, EXTRAÍDAS DEL LIBRO “INGENIERÍA DE RÍOS”, DEL AUTOR JUAN PEDRO MARTÍN VIDE.....	3
1.2.3.	CUERPO DE INGENIEROS US. ARMY (1970), BASADO EN LA FÓRMULA DE ISBASH	4
1.2.4.	MÉTODO HEC-11	6
1.2.5.	FÓRMULA DE ESCARAMEIA Y MAY (1992).....	7
1.2.6.	MÉTODO DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES (ASCE)	9
1.3.	RESULTADOS	11
1.4.	TAMAÑO DE DISEÑO	11
1.5.	GRANULOMETRÍA DEL MANTO DE ESCOLLERA DE DISEÑO	11
1.6.	GEOMETRÍA DE LA ESCOLLERA	12
1.7.	CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA DE ESCOLLERA.....	13
1.8.	EJECUCIÓN EN LA COLOCACIÓN DE LA ESCOLLERA	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valores considerados para los cálculos	2
Tabla 2.	Valores empleados en los tramos de protección	6
Tabla 3.	Valores empleados en los tramos de estabilización	7
Tabla 4.	Valores del coeficiente C:.....	8
Tabla 5.	Nivel de turbulencia TI:.....	8
Tabla 6.	Resultados.....	11
Tabla 7.	Características granulométricas	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Figura extraída de la publicación del MOPT “Control de la erosión fluvial en puentes”	12
-----------	---	----

1. CÁLCULO DE LA ESCOLLERA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo del dimensionamiento de las escolleras de protección del pie del talud y de la base del cauce receptor, se han empleado los siguientes métodos de cálculo:

- Fórmulas de Maza, del “Manual de Ingeniería de Ríos”.
- Fórmulas basadas en la experiencia de protecciones de escollera en Estados Unidos, extraída del libro “Ingeniería de Ríos”, del autor Juan Pedro Martín Vide.
- Cuerpo de ingenieros US. ARMY (1970), basado en la fórmula de ISBASH.
- Método HEC-11
- Fórmula de Escarameia y May (1992)
- Método de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE)

El cálculo se ha realizado para la avenida del periodo de retorno de 100 años (10,04 m³/s), considerándose los parámetros hidráulicos resultantes de los cálculos hidráulicos mediante el método racional y/o con la G.N.1 – “Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T” (Ver Anejo nº 5 Climatología e Hidrología).

1.1. SITUACIÓN DE ZONAS A PROTEGER

Las zonas donde se ha considerado conveniente emplear escolleras de protección son las siguientes:

- Base del cauce receptor en toda su longitud excepto el tramo a realizar mediante marcos de hormigón.

1.2. TAMAÑO MÍNIMO DE LA ESCOLLERA

Para el diseño de la escollera existen básicamente dos metodologías de cálculo. La primera se basa en planteamientos teóricos y la segunda en la aplicación de formulación empírica fundamentada en ensayos de laboratorio o en estudios de casos reales.

Se han elegido los análisis experimentales y lógicamente aquellos métodos cuyas hipótesis de partida más se asemejan a las características de nuestros tramos de estudio. Para luego elegir aquel cuyos resultados permitan una mayor seguridad para la estructura, dentro de unos parámetros ingenieriles lógicos.

Para los cálculos incluidos a continuación, se han considerado los siguientes valores:

Tabla 1. Valores considerados para los cálculos

Radio hidráulico (m)	1,90	Calado (m)	1,60
Profundidad hidráulica (Dh)	1,41	Sección transversal del flujo media	2,96
Ángulo de taludes (grad)	33,7	Ancho lámina libre	2,10

Ángulo roz. Interno (grad)	56	Velocidad (m/s)	2,07
Nº Froude (canales abiertos)	0,69	Peso esp. Escollera (t/m ³)	2,65
Pendiente del cauce	0,005	Peso esp. Fluido (t/m ³)	1,00

1.2.1. FÓRMULAS DE MAZA, DEL “MANUAL DE INGENIERÍA DE RÍOS”

El diámetro según Maza viene dado por:

$$D = \left[\frac{v}{4,71 \cdot (\gamma_s - 1)^{0,5} \cdot t^{0,15}} \right]^{2,86}$$

Siendo:

γ_s : densidad relativa de la roca disponible (aprox. 2,65 t/m³)

t: tirante de la corriente

v: velocidad media de la corriente

D: diámetro de la roca (m)

Al tamaño estricto, se le debe incrementar un 20% para darle mayor estabilidad.

$$D_{50} = 1,2 D$$

Para los taludes se incrementa en un 30% el tamaño

1.2.2. FÓRMULAS BASADAS EN LA EXPERIENCIA DE PROTECCIONES DE ESCOLLERA EN ESTADOS UNIDOS, EXTRAÍDAS DEL LIBRO “INGENIERÍA DE RÍOS”, DEL AUTOR JUAN PEDRO MARTÍN VIDE.

El objetivo del dimensionamiento es determinar el diámetro característico de la escollera que no sea movido o arrastrado bajo unas condiciones hidráulicas dadas.

Para dimensionar el diámetro de la escollera, se ha utilizado la fórmula para dimensionamiento de una obra de escollera del libro “Ingeniería de Ríos”, de Juan Pedro Martín Vide. Dicha fórmula proviene de la experiencia en el proyecto de protecciones de escollera en Estados Unidos, el país que más ha desarrollado este tema.

La expresión, para el tamaño D_{30} , es:

$$\frac{D_{30}}{y} = 0,36 \left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{0,5} \frac{v_0}{\sqrt{gy}} \right]^{2,5}$$

Siendo:

γ : densidad relativa del agua (1 t/m³)

γ_s : densidad relativa de la piedra disponible (aprox. 2,65 t/m³)

y: calado de agua (m)

v_0 : velocidad media de la corriente (m/s)

D: diámetro de la roca (m)

El último factor es el número de Froude con las variables en la vertical de modo que, usando γ_s : 2,65 t/m³, se puede escribir también:

$$D_{30} = 0,192 y Fr^{2,5}$$

1.2.3. CUERPO DE INGENIEROS US. ARMY (1970), BASADO EN LA FÓRMULA DE ISBASH

Plantea un desarrollo teórico basado en la fórmula de Isbash, formulación basada en la estabilidad de las partículas sometidas a las fuerzas actuantes en el cauce de un río. Así, dicha estabilidad depende de:

- El ángulo del talud
- Dirección y magnitud de la velocidad
- Calado
- Propiedades de la escollera: densidad, tamaño, forma y ángulo de rozamiento interno
- Las fuerzas actuantes sobre una partícula situada en el talud de un cauce son:
 - Peso (W)
 - Ángulo del talud
 - Ángulo de rozamiento interno
 - Pendiente del cauce

El planteamiento matemático es complejo, debido a la necesidad de plantear tanto el equilibrio de fuerzas como el de momentos, y la conveniencia de efectuar algunas simplificaciones asociadas a las magnitudes geométricas de la escollera.

Desarrollando matemáticamente las citadas ecuaciones de equilibrio de fuerzas y momentos, cuyo desarrollo se encuentra perfectamente explicado en diferente bibliografía (por ejemplo, Martínez Marín, Eduardo, "Hidráulica Fluvial. Principios y práctica", 1ª edición 2001, Edit. Bellisco), se obtienen finalmente, las siguientes expresiones:

$$S_F = \frac{\cos \theta \cdot \operatorname{tg} \phi}{\eta' \cdot \operatorname{tg} \phi + \operatorname{sen} \theta \cdot \cos \beta}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\cos \alpha}{\frac{2 \cdot \operatorname{sen} \theta}{\eta \cdot \operatorname{tg} \phi} + \operatorname{sen} \alpha}$$

$$\eta = \frac{0,30 \cdot U_r^2}{(\gamma_s - 1) \cdot g \cdot D_{50}}$$

$$\eta' = \eta \cdot \left[\frac{1 + \operatorname{sen}(\alpha + \beta)}{2} \right]$$

Siendo:

S_F : coeficiente de seguridad

ϕ : ángulo de reposo de la escollera

γ_s : peso específico de la escollera

D_{50} : diámetro de la escollera

α : pendiente del cauce

U : velocidad de la corriente

g : aceleración de la gravedad

Es el coeficiente η el que tiene en cuenta la tensión de arrastre a la que se ven sometidas las partículas en el fluido, siendo la expresión adoptada la propuesta por el Cuerpo de Ingenieros de la U.S. Army, basándose en la fórmula de Isbash.

La obtención práctica del diámetro de la escollera de protección, es el siguiente. Partiendo de un valor del D_{50} y del talud de colocación de la escollera y conocidos los valores de velocidad, densidad, características del cauce (pendiente) y de las características de la escollera, se obtiene un valor del coeficiente de seguridad. Si este valor del coeficiente de seguridad es el que se desea se finaliza el cálculo, en caso contrario se inicia una nueva iteración variando el valor del D_{50} o del talud, hasta obtener el coeficiente de seguridad deseado.

Para el cálculo por este método se han adoptado los siguientes valores comunes:

γ_s : 2,65 t/m³

g : 9,81 m/s²

Se han adoptado para los tramos de protección los siguientes valores:

Tabla 2. Valores empleados en los tramos de protección

VALORES EMPLEADOS	Cauce
Valor máximo de velocidad U_r (m/s)	1,9
Pendiente del cauce α (tanto por uno)	0,005
Ángulo de reposo de la escollera	33,7° (3H/2V)

En cuanto al ángulo de rozamiento interno de la escollera, oscilará entre 45° - 56°.

1.2.4. MÉTODO HEC-11

El método para el cálculo de escolleras HEC-11 (FHWA,1989), fue desarrollado para ser empleado en ríos o corrientes con condiciones típicas de flujo variado y descargas normalmente mayores a 50 ft³/s (aproximadamente 70 m³/s)

La aplicación de la ecuación HEC-11 está limitada a flujos uniformes o gradualmente variados, circulando por canales rectos o ligeramente ondulados y con secciones relativamente uniformes.

Con el fin de permitir su uso en flujos variados – bruscamente variados, canales ampliamente ondulados, etc., han sido hechas unas modificaciones en el método.

El tamaño medio de roca estable se calcula mediante la ecuación:

$$D_{50} = D'_{50} \cdot C_f \cdot C_s$$

donde:

$$D'_{50} = \frac{0,001 \cdot Va^3}{\sqrt{d} \cdot K_1^{1,5}}$$

$$K_1 = \left(1 - \frac{\text{sen}^2 \vartheta}{\text{sen}^2 \phi} \right)^{0,5}$$

$$\vartheta = \arctg \left(\frac{1}{\cot g(\text{pte. escollera})} \right)$$

$$C_f = \left(\frac{\text{factor seguridad}}{1,2} \right)^{1,5}$$

El valor del factor de seguridad debería reflejar las incertidumbres en la estimación de la velocidad, el peso específico unitario de la piedra y el calado. El valor mínimo permitido es 1, pero el mínimo recomendable es 1,1.

$$C_s = \frac{2,12}{(G_s - 1)^{1,5}}$$

donde:

D50 = Tamaño de piedra (ft)

Va = Velocidad media (ft/s)

Φ = ángulo de rozamiento interno

Gs = Peso específico relativo de la piedra (γ_s/γ_w): 2,60

d = calado medio de la corriente

Aplicamos el método:

Se han adoptado para los tramos de estabilización de taludes los siguientes valores:

Tabla 3. Valores empleados en los tramos de estabilización

VALORES EMPLEADOS	CAUCE RECEPTOR
Valor máximo de velocidad (m/s)	1,9
Calado de la corriente (m)	1,50
Ángulo de reposo de la escollera	33,7 (3H/2V)

En cuanto al ángulo de rozamiento interno de la escollera, oscilará entre 45° - 62°.

Y el factor de seguridad mínimo de 1,2.

1.2.5. FÓRMULA DE ESCARAMEIA Y MAY (1992)

Es una modificación de la ecuación de Isbash y fue desarrollada a partir de ensayos de laboratorio realizados en las instalaciones de HR Wallingford en Inglaterra sobre protecciones de escollera, bloques de hormigón y gaviones. Esta es la única ecuación donde la turbulencia está incluida de forma explícita.

Está recomendada por sus autores para el diseño de protecciones de escollera, bloques de hormigón y gaviones.

Define un valor del diámetro medio (D_{50}) de la escollera recomendado para las condiciones del flujo particulares, este valor del tamaño de la escollera incluye ya un coeficiente de seguridad.

La expresión es:

$$D_{50} = C \cdot \frac{U_b^2}{2 \cdot g \cdot (G_s - 1)}$$

siendo:

D_{50} = Tamaño característico de la piedra.

C = Coeficiente que cuantifica la intensidad de la turbulencia (TI)

Valores del coeficiente C:

Tabla 4. Valores del coeficiente C:

Tipo de revestimiento	C	Observaciones
Rip-rap	12,3 (TI) - 0,20	Válido para TI > 0,05

Nivel de turbulencia TI:

Tabla 5. Nivel de turbulencia TI:

Situación	Nivel de turbulencia	
	Cualitativo	Intensidad de turbulencia (TI)
Espigones, taludes de puentes	Medio alto	0,35-0,50

G = Aceleración de la gravedad

G_s = Peso específico relativo de la piedra (γ_s/γ_w)

U_b = Velocidad cerca del fondo (al 10% de la profundidad del agua sobre el fondo)

V_d = Velocidad media del flujo (ft/s)

Para el diseño de protecciones en taludes, la velocidad U_b debe referirse a la velocidad en el punto de intersección del talud con el fondo.

Para intensidades de $TI < 0,50$ la relación U_b y U_d está fuertemente afectada por cambios fortuitos o remolinos y solamente se puede dar una ecuación provisional:

$$U_b = (-1,48 \cdot (TI) + 1,04) \cdot U_d$$

Aplicamos el método:

siendo:

$$G_s = 2,65 \text{ t/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

VALORES EMPLEADOS	CAUCE RECEPTOR
V_r (m/s y ft/s)	1,9—6,23

1.2.6. MÉTODO DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES (ASCE)

El método de diseño usado por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), se basa en la ecuación de Isbash (1936) modificada para tener en cuenta los taludes del cauce.

El tamaño de roca requerido para un revestimiento dado es función de la velocidad del flujo, usualmente tomada ésta como la velocidad a una distancia de 10 pies (≈ 3 m) desde la orilla. El tamaño medio de la roca (D_{50}) se determina, en unidades de peso, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$W = \frac{0,000041 \cdot G_s \cdot V^6}{(G_s - 1)^3 \cdot \cos^3 \theta}$$

siendo:

W = Peso de la piedra (lbs)

V = Velocidad (local depth averaged velocity) (ft/s)

(normalmente se asume equivalente a V_m)

G_s = Peso específico relativo de la piedra (γ_s/γ_w)

γ_s = densidad de la piedra (lb/ft³)

γ_w = densidad del agua (lb/ft³)

θ = Ángulo del talud con la horizontal

El tamaño medio de la roca será entonces:

$$D_{50} = \left(\frac{6 \cdot W}{\Pi \cdot \gamma_s} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Con D_{50} en pies.

Aplicamos el método, con los siguientes valores:

VALORES EMPLEADOS	CAUCE RECEPTOR
V_r (m/s y ft/s)	1,9—6,23
G_s	2,65
θ	33,7 (3H/2V)

1.3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las diferentes zonas a estabilizar, de acuerdo a los diferentes métodos son:

Tabla 6. Resultados

MÉTODO DE CÁLCULO	CAUCE RECEPTOR (*)	
	En taludes	En base
Fórmula de Maza	0,05	0,04
Ingeniería de ríos	0,06	
ASCE	0,17	
Escarameia y May	0,13	
Cuerpo de ingenieros US. ARMY	0,30	
HEC-11	0,13	0,08

* Datos en m correspondientes al D₅₀.

1.4. TAMAÑO DE DISEÑO

Dado el alto periodo de retorno para el cual se ha realizado el dimensionamiento (T=100) y por la fiabilidad aportada por el método de Isbash, se adoptan el tamaño surgido del mismo.

ZONAS A PROTEGER
CAUCE RECEPTOR
0,30

* Datos en m correspondientes al D₅₀.

1.5. GRANULOMETRÍA DEL MANTO DE ESCOLLERA DE DISEÑO

Para la determinación granulométrica del manto de escollera se adoptan las recomendaciones que aparecen en la publicación del MOPT “Control de la erosión fluvial en puentes”.

Respecto al límite inferior de la curva granulométrica se establecen las siguientes recomendaciones:

- C < 50.

- P mínimo > 1/3 P, donde P es el peso de cálculo.

Por otra parte se pone también un límite superior a la curva granulométrica, según se indica en la siguiente figura:

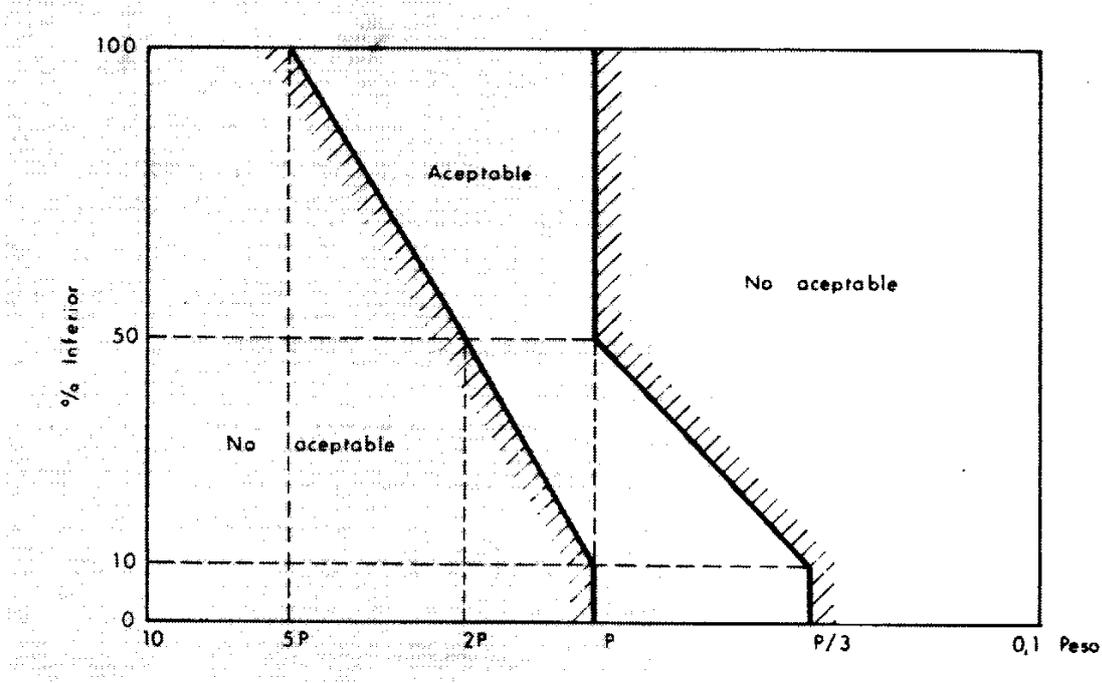


Figura 1. Figura extraída de la publicación del MOPT “Control de la erosión fluvial en puentes”.

Las características granulométricas a exigir a la escollera serán las siguientes:

Tabla 7. Características granulométricas

TAMAÑO DE LA ESCOLLERA	CAUCE RECEPTOR
Tamaño medio, D ₅₀	30 cm
Tamaño máximo, D ₁₀₀	55 cm
Tamaño mínimo, D ₅	18 cm

1.6. GEOMETRÍA DE LA ESCOLLERA

La geometría de la escollera se presenta en los planos correspondientes.

Se diseña con unas **pendientes de taludes de 3H/2V** para todas las estabilizaciones.

A la hora de dimensionar la escollera, hay que prestar atención a la cimentación. Una protección puede fallar por mal dimensionamiento (peso escaso) pero quizá es más frecuente que falle derrumbándose, por haber quedado descalzada debido a la erosión del lecho junto al talud.

Está comprobado que la efectividad de una protección de escollera (su resistencia al arrastre bajo una corriente) depende en gran medida del espesor o grosor de la protección, por lo que como criterio práctico la escollera estará formada por dos capas de elementos, de modo que el espesor de la protección debe ser de $2D_{50}$, de esta manera los espesores resultantes serán:

- **0,60 m** para la estabilización del cauce.

La escollera necesita un filtro para impedir la migración y pérdida de material del sustrato bajo la acción hidrodinámica (o del agua intersticial), por lo que se proyecta la colocación de un geotextil de base de $\geq 300 \text{ gr/m}^2$, cuidando de evitar el punzonamiento por los vértices o aristas del escollo.

1.7. CARACTERÍSTICAS DE LA PIEDRA DE ESCOLLERA

Para que la escollera cumpla con la función de protección frente a la erosión, tenga un aspecto estético agradable y se conserve en perfecto estado, es necesario que el material cumpla las siguientes características:

- La piedra de la escollera deberá estar limpia y ser resistente y durable.
- Procederá de cantera admitida por la dirección de Obra.
- Será homogénea, compacta, resistente, exenta de coqueras.
- Se rechazarán las piedras que al ser rotas por golpeo, no den fragmentos de aristas vivas.
- No se admitirán las que contengan raíces, tierra, tengan forma lajosa o presentan diaclasas rellenas de material terroso que pueda descomponerse al contacto con el aire o el agua.
- La escollera será capaz de resistir los agentes atmosféricos sin alteración y con una resistencia a compresión mínima de 500 kg/cm^2 .
- Todas las piedras tendrán sus caras toscas, serán angulosas y su dimensión mínima no será inferior a $1/3$ de su dimensión mayor, quedando excluidas las lajas.

1.8. EJECUCIÓN EN LA COLOCACIÓN DE LA ESCOLLERA

La escollera podrá ser ejecutada por el Contratista por el procedimiento que estime más idóneo, si bien las piedras deberán ser colocadas una a una, eligiéndolas en cada caso para su mejor acople con las ya colocadas, encajándolas en cada caso para su mejor acople con las ya colocadas, encajándolas entre sí y presionándolas hasta hincarlas en el terreno. El revestimiento resultante debe quedar con la forma, dimensiones y situación especificados en los planos del proyecto y debe cumplir

todas las exigencias del presente Pliego, en especial, las condiciones que deben cumplir los materiales.

Una vez colocada la escollera, el volumen de huecos será menor que el 27 por ciento y por tanto la densidad aparente de la escollera colocada será superior a 1,8 t/m³.

No se procederá a la colocación de la escollera hasta que no lo autorice la Dirección de Obra, debiendo estar terminada la excavación, el perfilado del talud, colocada el filtro geotextil (en su caso) y realizada la excavación de la cimentación. Tampoco deberá transcurrir mucho tiempo para evitar que el terreno se altere por contacto con la atmósfera, con el agua o por inestabilidad.

Se colocará en primer lugar la escollera del cimient, cuidando esta colocación para que no se produzcan discontinuidades longitudinales, rellenando totalmente los huecos e hincando las piedras en el terreno. A continuación se hará el revestimiento del talud, asegurando el perfecto apoyo de las primeras piedras en el cimient, buscando la piedra más apropiada para cada situación y mejor encaje de ésta.

Durante la colocación de la escollera, se tendrá especial cuidado para no dañar rasgar o desplazar el filtro geotextil; cuando esto se produzca, habrá que repararlo inmediatamente.

Cada piedra, una vez colocada, se golpeará moderadamente hasta conseguir su hincado en el terreno, para que quede perfectamente trabada.

El revestimiento de escollera, una vez terminado, tendrá una forma geométrica regular, definida por un plano inclinado paralelo al talud, un plano superior de coronación y unas aristas bien marcadas.

Las características del material y su ejecución se presentan en los planos.