



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

**Proyecto de mejora y ampliación de una vía
forestal en Trabadelo (León)**

Alumno: Gastón Val Moliné

**Tutor: Manuel Berrocal del Brío
Cotutor: Luis Ortiz Sanz**

Junio de 2015

DOCUMENTO Nº 1:

MEMORIA

ÍNDICE GENERAL de la MEMORIA

1. Objeto del Proyecto	1
1.1 Naturaleza del Proyecto	1
1.2 Localización	1
1.3 Dimensiones	1
2. Antecedentes	3
2.1. Motivación del proyecto	3
2.2. Bases del proyecto	3
3. Estado natural	5
3.1. Situación geográfica	5
3.2. Topografía y orografía	5
3.3. Climatología	5
3.4. Geología	7
3.5. Geotecnia	7
3.6. Vegetación	8
3.7. Fauna	8
4. Estado socioeconómico	9
5. Descripción de la vía	11
5.1. Denominación de la vía	11
5.2. Descripción de las zonas de paso y enlace con otras vías	11
5.3. Longitud de la vía	11
5.4. Características geométricas de la vía	12
6. Hidrología	14
6.1. Introducción	14
6.2. Datos hidrológicos	14
6.3. Diseño de las obras de drenaje	16
7. Estabilidad de taludes	18
7.1. Introducción	18
7.2. Cálculo y resultados	18

8. Estudio de alternativas	19
8.1. Localización de la traza	19
8.2. Anchura del firme	19
8.3. Pendiente de los taludes	19
8.4. Geometría de las cunetas	20
9. Ingeniería del proyecto	21
9.1. Ingeniería del proceso	21
9.2. Ingeniería de las obras	21
9.3. Ingeniería de las infraestructuras	25
10. Plan de obra	28
11. Normas para la explotación del proyecto	29
12. Presupuesto	30
13. Estudio Básico de Seguridad y Salud	31
14. Evaluación de Impacto Ambiental	32
15. Evaluación del proyecto	33
15.1. Evaluación económica	33
15.2. Evaluación técnica	33
15.3. Evaluación medioambiental	33

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1 Naturaleza del proyecto

El fin de este proyecto es la reparación y mejora de una vía forestal secundaria que actualmente se encuentra en mal estado y su ampliación.

Por tanto, se trata de describir todas las actuaciones necesarias para su construcción en diferentes pasos, desde el movimiento de tierras inicial con desmontes y terraplenes, cunetas y la explanación de la superficie de rodadura definitiva.

Además es necesaria la instalación de obras de fábrica para garantizar un correcto drenaje de la escorrentía superficial y para salvar el cruce de la vía con diversos arroyos.

El Promotor de este Proyecto es el Ayuntamiento de Trabadelo.

1.2 Localización

La vía se encuentra localizada en el término municipal de Trabadelo, al Oeste de la provincia de León.

El municipio se encuentra a 145 km de la ciudad de León. Limita al Norte con el término municipal de Balboa, al Noreste con Villafranca del Bierzo, al Sur con Corullón y al Oeste con Barjas y Vega de Valcarce.

Se puede acceder a Trabadelo por la carretera N-VI o la autovía A-6.

La localización, tanto del termino municipal como de la vía se puede ver en los Planos nº 1, nº 2 y nº 3 adjuntos en este Proyecto.

Las coordenadas exactas de los puntos inicial y final de la vía se indican en la Tabla 1. Estas coordenadas corresponden al sistema de coordenadas **ETRS89 UTM Zona 29N**.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos inicial y final de la obra.

Coordenada	X	Y	Z
Inicial	672993'51	4724500'86	574'28
Final	673377'20	4727405'65	745'34

1.3 Dimensiones

La vía proyectada tiene una longitud de 3.577 metros además de 15 metros adicionales correspondientes a una explanación situada al final de ella, que permitirá el giro de vehículos, al tratarse de un ramal ciego.

La plataforma tiene 3 metros de ancho con dos carriles de 1'5 metros cada uno, además de la cuneta de forma triangular con 0'5 metros de anchura y 0'5 metros de profundidad.

La pendiente máxima que se alcanza es del 15'95%.

Las características del total de la vía se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características generales de la obra.

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
LONGITUD	3.577 m
ANCHO DEL FIRME	3 m
PTE. LONGITUDINAL MAX.	15'95%
FIRME	Suelo natural
CUNETAS	Triangular: 0'5 m x 0'5 m
TALUD DE DESMONTE	2'75:1 (70°)
TALUD DE TERRAPLEN	1'73:1 (60°)
SUPERFICIE OCUPADA	17695'82 m ²
VOLUMEN DE DESMONTE	8.523'64 m ³
VOLUMEN DE TERRAPLEN	6.232'71 m ³
OBRAS DE FABRICA	8 caños de hormigón y 8 embocaduras
RADIO MINIMO	10 m
RADIO MAXIMO	50 m
COTA MAXIMA	745'34 m.s.n.m
COTA MINIMA	574'28 m.s.n.m.
Nº DE PERFILES TRANSVERSALES	322

2. ANTECEDENTES

2.1 Motivación del proyecto

El objetivo del proyecto es la mejora del camino existente actualmente entre el casco urbano de Trabadelo y el de Paradela con el objetivo facilitar los accesos al monte y a las numerosas parcelas de propiedad privada que limitan con el camino.

De esta manera se pretenden facilitar los aprovechamientos forestales de la zona (leñas, castañas, hongos, etc.) y los usos recreativo y turístico al encontrar en el trazado de la vía el pueblo abandonado de Paradela con construcciones antiguas típicas de la zona.

Asimismo, la mejora de esta infraestructura permitirá facilitar la extinción de incendios forestales, especialmente estando localizada en esta área del país donde se producen la mayor parte de los incendios.

Se pretende restaurar la vía que llega hasta Paradela la cual se encuentra en mal estado, destacando la erosión producida por manantiales y pequeños arroyos que cruzan actualmente por encima del firme. Una vez en Paradela, se ampliará la vía siguiendo el actual sendero que permite el paso al monte y distintas parcelas privadas.

2.2. Bases del proyecto

2.2.1 Legislación y normativa

Entre toda la legislación y normativa aplicable a este Proyecto cabe destacar:

- Directiva 79/409/CEE sobre Conservación de Aves Silvestres.
- Directiva 92/43/CEE sobre conservación de Espacios naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva marco de las aguas (Directiva 2000/60/CEE) del Parlamento Europeo y consejo por el que establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política ambiental de aguas.
- Ley 10/2006, de 28 de Abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de Noviembre, de Montes.
- Ley 6/2010, de 24 de Marzo de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de Enero.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 31/1995 de 10 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León.

- Ley 11/2003, de 8 abril de Prevención Ambiental de Castilla y León

2.2.2 Condicionantes impuestos por el promotor

El promotor de este proyecto es el Ayuntamiento de Trabadelo. Las condiciones que el promotor ha fijado son:

- Firme mejorado o estabilizado por distintos medios.
- Sistema de evacuación y canalización de las aguas adecuado.
- Diseño del tamaño adecuado para la circulación de turismos.
- Anchura de la plataforma de 3 metros.
- Pendiente no mayor al 15%
- Radios de curvas adaptados a la circulación de dichos vehículos.
- Señalización informativa y circulatoria.
- Transito no impedido (salvo casos excepcionales justificados).
- Taludes estabilizados.
- El coste final de la obra debe ser mínimo.
- Mínimo impacto paisajístico y medioambiental.

2.2.3 Estudios previos

Para la realización del proyecto se han realizado una serie de estudios que tienen que ver con las características de la zona, y los cuales se indican a continuación:

- Estudio climático.
- Estudio geológico.
- Estudio geotécnico.
- Estudio de vegetación.
- Estudio de fauna.
- Estudio socioeconómico.
- Estudio hidrológico.

3. ESTADO NATURAL

En este apartado se describe el estado del medio físico de la zona de estudio y sus condicionantes ambientales antes del inicio del proyecto, de su desarrollo y de su explotación.

3.1 Situación geográfica

La zona por la que discurre la vía se puede consultar en el plano II de la hoja 157 y en el IV de la hoja 125 del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:25.000, denominados Vega de Valcarce y Balboa respectivamente.

Su emplazamiento se puede ver en los Planos nº 1, nº 2 y nº 3 del presente Proyecto.

3.2 Topografía y orografía

La zona de estudio se encuentra en el macizo Galaico-Leones, al sur de la Sierra de los Ancares.

Se trata de una zona en la que se combinan relieves accidentados de montaña junto con valles profundos. La vía discurre plenamente por una ladera con fuertes pendientes, en la margen izquierda del río de Paradela, de manera que en todo el trazado, encontramos pendientes descendentes a la izquierda de la vía y ascendentes a la derecha.

3.3 Climatología

3.3.1 Datos climáticos

El estudio del clima se ha realizado a partir de los datos de la estación meteorológica de Ponferrada, que se localiza a 25 km de la zona de estudio. La altitud de la estación es de 534 metros y de ella se han obtenido los datos climáticos más relevantes y se ha realizado una corrección por diferencia de altitud.

La diferencia de altitud es de aproximadamente 166 metros, situándose la vía a mayor altitud. Tras realizar la corrección se obtienen los datos climáticos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos climáticos de la zona de estudio.

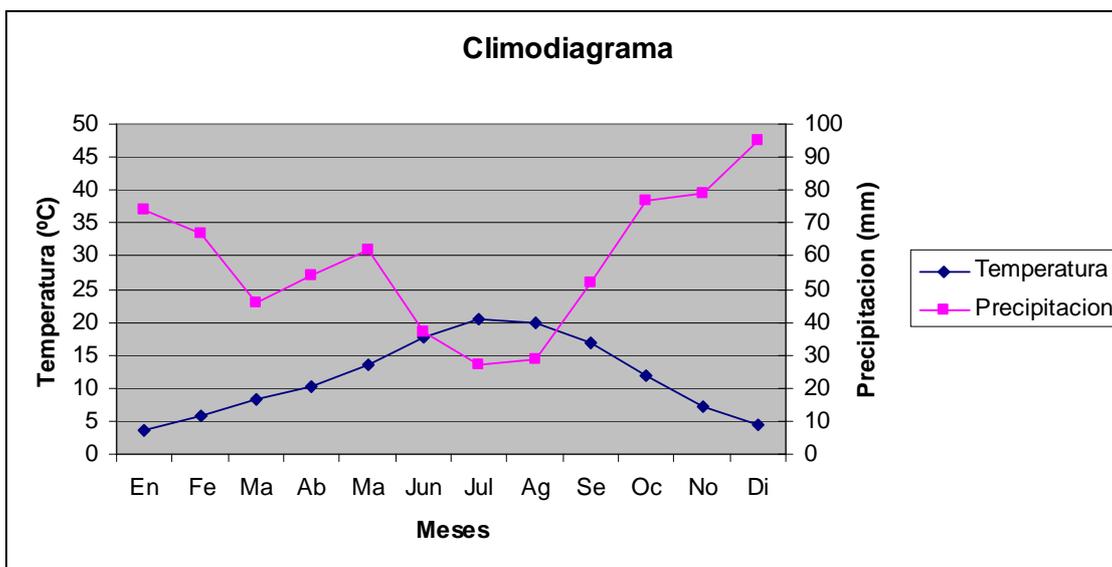
	E	F	M	A	My	Jn	Jul	A	S	O	N	D	Anual
Ma	16'8	24'4	25'8	30'6	33'4	37'6	39'4	38'6	36'0	30'0	22'0	20'4	39'4
TMA	11'3	14'5	20'8	22'6	24'2	29'0	31'3	31'0	27'3	22'4	14'4	11'6	31'3
TM	7'1	10'4	14'0	15'8	19'4	24'4	27'9	27'4	23'3	16'8	11'1	7'7	17'1
T	3'5	5'8	8'4	10'1	13'4	17'6	20'5	20'0	16'9	11'9	7'2	4'5	11'6
Tm	0'0	1'3	2'7	4'5	7'5	10'8	13'1	12'6	12'4	6'9	3'3	1'2	6'2
Tma	-3'6	-3'3	-0'2	2'2	4'6	8'7	10'8	10'9	8'2	3'2	-1'0	-4'5	-4'5
ma	-11'4	-9'6	-9'2	-3'4	-2'0	3'0	3'6	4'5	0'6	-2'5	-7'8	-10'6	-11'4
P	74	67	46	54	62	37	27	29	52	77	79	95	699

Donde:

- Ma: temperatura máxima absoluta (°C)
- TMA: temperatura media de las máximas absolutas (°C)
- TM: Temperatura máxima media (°C)
- T: Temperatura media (°C)
- Tm: Temperatura mínima media (°C)
- Tma: Temperatura media de las mínimas absolutas (°C)
- ma: Temperatura mínima absoluta (°C)
- P: Precipitación (mm)

A partir de estos datos se ha realizado el climodiagrama mostrado en la Figura 1.

Figura 1. Climodiagrama de la zona de estudio.



Además se han analizado otros datos climáticos de interés los cuales se muestran en la Tabla 4. Estos datos son:

- DR: Numero de días de lluvia
- DN: Numero de días de nieve
- DT: Numero de días de tormenta
- DH: Numero de días de helada

Tabla 4. Datos de días de lluvia, nieve, tormenta y helada.

	E	F	M	A	My	Jn	Jul	A	S	O	N	D	Anual
DR	9	8	8	9	10	6	4	3	6	9	9	11	93
DN	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
DT	0	0	0	1	2	3	3	2	1	0	0	0	13
DH	13	8	4	1	0	0	0	0	0	0	5	10	40

3.3.2 Índices fitoclimáticos

Mediante los índices fitoclimáticos se pretende establecer relaciones entre los diferentes elementos del clima para evaluar la influencia de este sobre las comunidades vegetales. Los índices analizados y sus resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Índices fitoclimáticos para la zona de estudio.

ÍNDICE	RESULTADO	CLASIFICACIÓN
Factor de pluviosidad de Lang	60'25	Zonas húmedas de bosques y claros
Índice de aridez de Martonne	32'36	Húmeda
Índice de Emberger	84'10	Mediterráneo templado
Índice de Dantin-Revenge	1'65	Zona húmeda

3.3.3 Conclusiones

Se puede concluir que se trata de un clima Mediterráneo Templado con inviernos fríos y temperaturas suaves en verano. En cuanto al régimen pluviométrico se puede afirmar que se trata de un clima húmedo, aunque existe un periodo de sequía en los meses de verano. Durante el invierno son frecuentes las heladas, y en menor medida los días de nieve.

Para la realización de la obra, habrá que prestar especial atención a las épocas mas desfavorables para ejecutar los trabajos (nieve, heladas, lluvia, etc.) siendo recomendable que se comience a trabajar a mitad o final de primavera.

El clima de la zona se analiza con mayor detalle en el Anejo nº 1: Estudio climático.

3.4 Geología

El estudio geológico se ha basado en la consulta de los mapas geológicos de España E. 1:50.000, hoja 125 (correspondiente a “Los Nogales”) y hoja 157 (correspondiente a “Oencia”) y en las correspondientes memorias geológicas realizadas por el Instituto Geológico y Minero de España.

La zona en la que se va a construir la vía presenta sedimentos que corresponden a dos épocas geológicas: Paleozoico y Cuaternario.

Las características geológicas de la zona se detallan en el Anejo nº 2: Estudio geológico.

3.5 Geotecnia

Previamente a la ejecución de cualquier obra similar a la descrita en este Proyecto, es preciso realizar un estudio geotécnico de la zona, que proporciona una serie de datos imprescindibles sobre las características de los suelos que ha de atravesar el camino.

Para ello se tomo una muestra de tierra de la zona, retirando previamente la capa de tierra vegetal. Esta muestra fue de unos 10 kg y se llevó posteriormente a la empresa CESECO S.A. en Valladolid para que realizaran su análisis.

El análisis arrojó unos resultados positivos y se determinó el suelo de la zona como apto para realizar este tipo de obra.

Este estudio y los resultados obtenidos se encuentran recogidos con mayor detalle en el Anejo nº 3: Estudio geotécnico.

3.6 Vegetación

Se ha analizado la vegetación presente en la zona ocupada por la vía y sus inmediaciones.

La especie arbórea más común de la zona es *Castanea sativa*. Además en menor medida se pueden encontrar ejemplares de *Quercus pyrenaica*, *Pinus sylvestris* o *Pinus nigra*.

En el Anejo nº 4: Estudio de vegetación, se puede encontrar una lista con las especies vegetales presentes en la zona, teniendo en cuenta que no se trata de un estudio exhaustivo de vegetación y solo se recogen las más frecuentes.

3.7 Fauna

El análisis de la fauna es preciso para conocer los posibles efectos negativos de la construcción de la vía sobre las especies que se encuentran en alguna categoría de protección. En este caso, entre ellas únicamente se encuentra *Neophron percnopterus* (alimoche).

Es importante la presencia de aves en esta zona, encontrando diversas especies. También se encuentran mamíferos de gran tamaño como corzo, ciervo, jabalí y, en raras ocasiones, lobo ibérico. Además se encuentran especies de anfibios, reptiles, peces e invertebrados.

La lista de especies y su categoría de protección se puede observar en el Anejo nº 5: Estudio de fauna.

4. ESTADO SOCIOECONÓMICO

El término municipal de Trabadelo se localiza al Oeste de la provincia de León, a 145 km de la capital.

Tiene una superficie de 65 km² y en el se encuentran 10 núcleos urbanos, siendo el más poblado Trabadelo con 134 habitantes (en 2006). Entre todos los núcleos urbanos del término municipal, el número de habitantes es de 496 (en 2007). Al igual que ocurre en muchas áreas rurales de España, la población se encuentra muy envejecida.

Se encuentra bien comunicado por la carretera N-VI y la autovía A-6.

En la economía de la zona destaca el sector servicios que representa un 57,4% (motivado por diversos alojamientos para peregrinos del Camino de Santiago), seguido de la agricultura con un 25,5%. La industria representa únicamente un 17,7% de la economía.

En cuanto a servicios disponibles, todos los núcleos urbanos cuentan con su propio depósito de agua, excepto Paradela, núcleo abandonado y el cual es atravesado por la vía objeto de este Proyecto. Todos los núcleos cuentan con energía eléctrica. La red viaria esta pavimentada en su mayor parte.

El ayuntamiento se encuentra en Trabadelo. Este núcleo es el único que cuenta con servicio médico y farmacia, además de albergue de peregrinos, instalaciones deportivas, etc.

En cuanto al sector agropecuario, el Censo Agrario de 1.999 indica que la superficie agrícola es de 476 ha de las cuales están labradas 146 ha. Bajo el epígrafe de "otras tierras" encontramos 3.934 ha. Son superficies que siendo agrícolas no han sido utilizadas por razones económicas, sociales u otras de análogas características. Las explotaciones agrarias son en general de pequeño tamaño. Entre la cabaña ganadera, predomina el ganado bovino, seguido del porcino y equino.

En el término municipal se encuentra una superficie forestal importante, en el se encuentran 13 montes de utilidad pública, 6 montes consorciados y 14 montes de libre disposición. Sin embargo la superficie forestal arbolada es escasa encontrándose 364 ha ocupadas por coníferas (pino silvestre, pino laricio y pino negral) y 122'6 ha de frondosas (quejigo, roble y castaño). La superficie forestal no arbolada es mucho mayor encontrándose 2.805'8 ha de matorral y 1316'1 ha de matorral asociado con pastizal. La superficie ocupada por prados naturales es de 763'3 ha.

Los aprovechamientos forestales son escasos destacando principalmente el uso de los pastos para el ganado. Este aprovechamiento se realiza generalmente "a diente".

En cuanto a la extracción de madera, únicamente tiene cierta relevancia el aprovechamiento de las choperas que se encuentran en las vegas fluviales. En el resto de zonas arboladas no se suele realizar ningún aprovechamiento, en parte por la poca superficie existente y por otro lado por la orografía del terreno que complica la extracción.

El aprovechamiento de leñas si que tiene cierta importancia en el término municipal. Este aprovechamiento es llevado a cabo por los vecinos para uso personal y constituye el único tratamiento selvícola que se aplica en los montes.

Durante el otoño, también se realiza el aprovechamiento de castañas y de hongos silvestres por parte de los vecinos de la zona.

En el Anejo nº 6: Estudio socioeconómico, se recoge una información más amplia sobre la socioeconomía de la zona.

5. DESCRIPCION DE LA VIA

5.1 Denominación de la vía

La vía objeto de proyecto carece de denominación específica por lo que se la identifica por los parajes que recorre y por su localización.

Según la Ley de Carreteras, los caminos que recorren el monte tienen la denominación administrativa de vía de servicio que a su vez pueden llamarse también vías de saca o caminos forestales cuando además sirven para la gestión, defensa y conservación de los recursos naturales de los montes.

Por tanto se podría denominar a la vía como “Vía Forestal entre Trabadelo y Paradela”, aunque en realidad el casco urbano de Paradela se encuentra en el punto medio aproximadamente y la vía continúa hasta terminar en un ramal ciego.

5.2 Descripción de las zonas de paso y enlace con otras vías

La vía forestal transcurre tanto por terrenos privados como públicos (M.U.P. 907). La orografía es abrupta con unas pendientes elevadas. En su mayor parte la vía transcurre por una ladera, en dirección perpendicular a la máxima pendiente. En la zona predominan los castaños, mezclados con pequeñas parcelas de cultivo, en su mayor parte abandonadas.

El comienzo de la vía se sitúa a unos 200 metros del extremo oeste del casco urbano de Trabadelo, al final de la calle Camino de Santiago.

En general, la vía sigue un trazado continuamente ascendente, exceptuando pequeños tramos con pendiente descendente. En todo el trazado no existen cruces importantes con otras vías, aunque si aparecen algunos pequeños caminos que dan acceso a parcelas privadas. En el punto kilométrico 1+675 se encuentra el casco urbano de Paradela, un pueblo abandonado perteneciente al término municipal de Trabadelo, y con gran interés turístico. En el aparecen algunas edificaciones antiguas típicas de la zona relativamente bien conservadas. En el punto kilométrico 1+800 se sale del casco urbano de Paradela. La vía sigue por una zona de características similares a la anterior hasta terminar en el punto kilométrico 3+577, donde se ha proyectado una explanación en forma de rotonda que puede permitir el giro, en caso de que fuera necesario, de un pequeño camión todoterreno (previsto por un posible caso de incendio forestal).

5.3 Longitud de la vía

La vía tiene una longitud total de 3.576'91 metros, medidos en proyección horizontal. Además hay que añadirle 15 metros extra correspondientes a la rotonda final.

La alineación esta formada por 65 tramos rectos con una longitud total de 2.640,3 metros y 76 curvas con una longitud total de 936,6 metros.

5.4 Características geométricas de la vía

Las características de la vía se resumen a continuación.

Trazado en planta

- Coordenadas del punto inicial (ETRS89 UTM 29N):
 - X=672993'51 m
 - Y=4724500'86 m
- Coordenadas del punto final (ETRS89 UTM 29N):
 - X=673377'20
 - Y=4727405'65
- Longitud total: 3.576'91 m
- Numero de alineaciones rectas: 65
 - Longitud total de rectas: 2.640,3 m
 - Longitud menor de recta: 15'14 m
 - Longitud mayor de recta: 194'15 m
- Numero total de alineaciones curvas: 76
 - Longitud total de curvas: 936'6 m
 - Longitud menor de curva: 3'05 m
 - Longitud mayor de curva: 41,92 m
 - Radio de curvatura mínimo: 10 m
 - Radio de curvatura máximo: 50 m

Trazado en alzado

- Cota mínima del terreno: 574'28 m.s.n.m.
- Cota máxima del terreno: 745'34 m.s.n.m.
- Cota mínima de la rasante: 574'28 m.s.n.m.
- Cota máxima de la rasante: 745'34 m.s.n.m.
- Cota roja máxima en desmonte: 2'95 m
- Cota roja máxima en terraplén: 2,53 m
- Pendiente media de la rasante: 4,78%
- Pendiente mínima de la rasante: 0,05%
- Pendiente máxima de la rasante: 15,95%
- Número de tramos llanos: 0
- Número de pendientes: 67
- Tipo de acuerdo vertical: Circular

Secciones transversales

- Número de perfiles transversales: 322
- Pendiente de bombeo transversal: 2%
- Ancho de la vía: 3 m
- Cunetas: en forma de "V" con 0'5 m de anchura y 0'5 m de profundidad
- Talud de desmonte: 2'75:1 (70°)
- Talud de terraplén: 1'73:1 (60°)

Rotonda final

- Longitud: 15 m
- Anchura: 10 m

Movimiento y distribución de tierras

- Superficie ocupada: 17.695'82 m²
- Volumen de desmonte: 8.523'64 m³
- Volumen de terraplén: 6.232'71 m³
- Volumen de tierra vegetal: 3.531'26 m³

6. HIDROLOGÍA

6.1 Introducción

La zona por la que transcurre la vía pertenece a la cuenca hidrográfica del río Miño. Concretamente, el trazado de la vía es paralelo a un río de pequeño caudal conocido como “Rego de Paradela”. Este desemboca en el río Valcarce que es afluente del río Burbia, afluente del Sil que desemboca finalmente en el río Miño.

La vía atraviesa en su trazado 8 arroyos cuyas aguas son continuas prácticamente todo el año, excepto en periodos secos de verano.

Puesto que la construcción de la vía interfiere en el drenaje natural, el proyecto debe incorporar las obras necesarias para asegurar que ese drenaje se mantiene sin afectar a la funcionalidad de dicha vía ni alterar la integridad ambiental de los arroyos.

Por ello se ha calculado el caudal máximo que circula por cada arroyo con un periodo de retorno de 10 años. Este periodo de retorno se considera suficiente para una vía secundaria. Además hay que tener en cuenta la escorrentía producida fuera de las cuencas de los arroyos y que recogerá la cuneta.

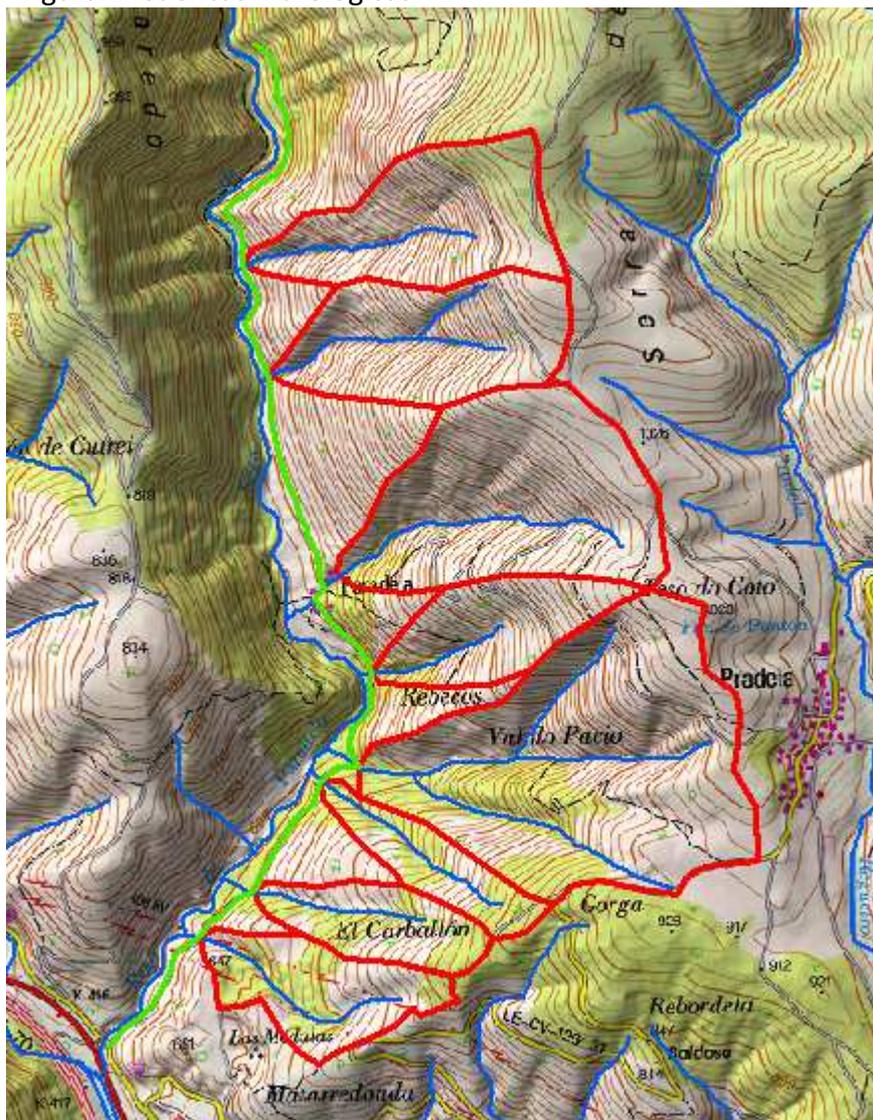
6.2 Datos hidrológicos

Para calcular el caudal máximo producido en cada uno de los arroyos para un periodo de retorno de 10 años se ha utilizado el documento del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” a partir del cual se ha calculado la precipitación máxima la cual es de 88’69 mm.

Posteriormente, siguiendo los pasos especificados en el documento “Instrucción 5.2 de drenaje superficial” de la Dirección General de Carreteras, se ha calculado el tiempo de concentración de cada arroyo, la intensidad media diaria, la superficie de cada cuenca, coeficiente de escorrentía y finalmente el caudal máximo generado en cada una de las cuencas de los arroyos.

En la Figura 2 se muestra el plano de la zona con el trazado de la vía en color verde y las cuencas hidrológicas de cada uno de los arroyos delimitadas en rojo.

Figura 2. Cuencas hidrológicas.



Una vez realizados los cálculos correspondientes se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 6. Los arroyos se enumeran de Sur a Norte, en el orden en que se cruzan con la vía.

Tabla 6. Caudal máximo de cada cuenca para T=10

Arroyo	Q (l/s)
1	18'80
2	15'67
3	13'76
4	142'85
5	31'55
6	115'96
7	44'54
8	46'41

Además de los caudales generados por cada una de las cuencas de los arroyos, hay que tener en cuenta el agua de escorrentía procedente de las áreas que no están incluidas en las cuencas, pero que igualmente vierten agua a la vía. Tras realizar los cálculos correspondientes se comprueba que se obtienen caudales muy pequeños, que además vierten a lo largo de un tramo y no en un único punto como sucede con los arroyos. De todas formas se tendrán en cuenta en el diseño de la cuneta.

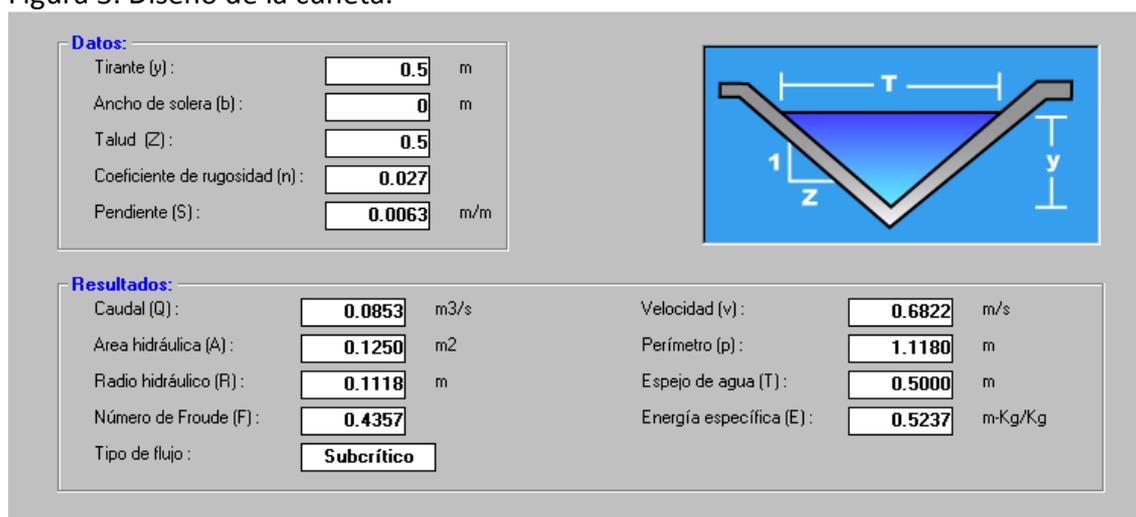
Todos los cálculos se muestran en el Anejo nº 7: Estudio hidrológico.

6.3 Diseño de las obras de drenaje

A partir de los resultados obtenidos se puede realizar el diseño de las obras de drenaje: cuneta y caños.

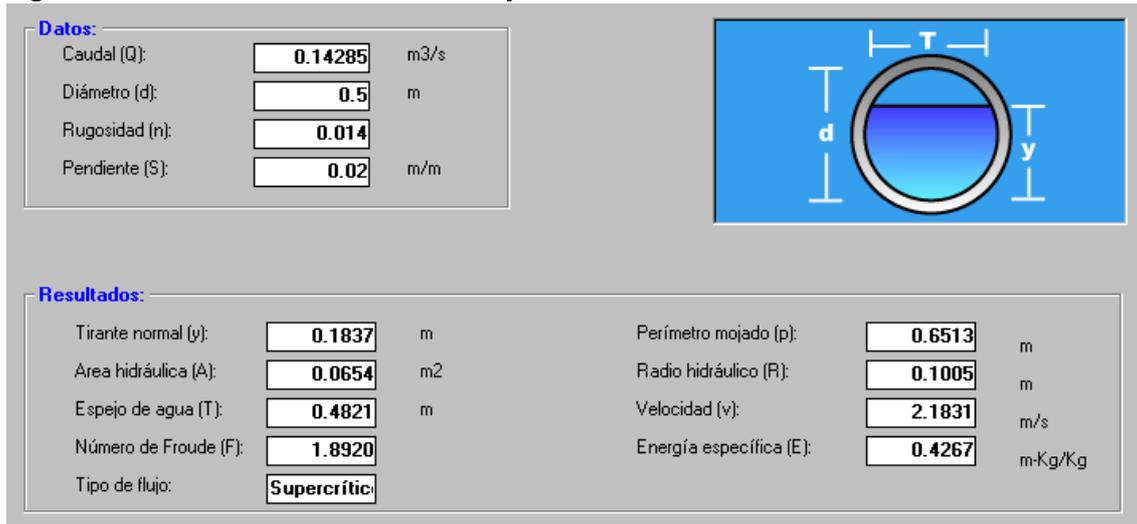
Se ha dado a la cuneta una forma triangular y unas dimensiones de 0'5 m de ancho y 0'5 m de profundidad, excavada en tierra y sin ningún revestimiento. Con estos datos, se ha utilizado la ecuación de Manning para calcular el caudal que transporta la cuneta con su mínima pendiente, siendo el resultado de **85 l/s** tal y como se muestra en la Figura 3. Este resultado se considera suficiente para transportar el agua de escorrentía que recoge la cuneta, que es inferior a 1 l por metro lineal de vía.

Figura 3. Diseño de la cuneta.



Los caños de drenaje serán tuberías prefabricadas de hormigón y se colocarán en una zanja, enterrados, con una pendiente transversal del 2%. El diámetro mínimo considerado es de **50 cm**, ya que es fácil la obstrucción con tierra, piedras o restos vegetales de tuberías de diámetros inferiores. Para comprobar si este diámetro de 50 cm es suficiente se ha tomado el mayor caudal de los calculados anteriormente (142'85 l/s) de forma que el caño capaz de desaguar este caudal será capaz de desaguar todos los demás. Tras realizar la ecuación de Manning se obtiene que este diámetro es más que suficiente ya que la altura del agua en el interior de la tubería es solo de 18 cm. Los resultados se muestran en la Figura 4.

Figura 4. Diseño de los caños de drenaje.



El estudio hidrológico se encuentra detallado en el Anejo nº 7: Estudio hidrológico.

7. ESTABILIDAD DE TALUDES

7.1 Introducción

En la construcción de una obra de estas características, en la que existen movimientos de tierra, es preciso proyectar unos taludes que tengan una pendiente adecuada.

En general, pendientes suaves implican mayor seguridad ya que es más difícil que se produzcan deslizamientos. Sin embargo, tienen la desventaja de ocupar una superficie mayor y aumentar el volumen de tierra lo que encarece la obra.

Por el contrario, pendientes fuertes implican menor movimiento de tierras. Por lo general, su estabilidad suele ser menor aunque hay un factor que favorece la estabilidad. Una pendiente muy inclinada implicará una altura de talud menor lo que supone una buena estabilidad.

En este caso, se ha optado por pendientes inclinadas ya que las pendientes naturales del terreno son también muy pronunciadas. De esta manera se minimiza la superficie de ocupación.

Las pendientes que se ha dado a cada talud son:

- 2'75:1 para desmonte (ángulo de 70°)
- 1'73:1 para terraplén (ángulo de 60°)

Con estas pendientes y a partir de los datos del estudio geotécnico se ha calculado la estabilidad de los taludes mediante el método de Hoek y Bray.

7.2 Cálculo y resultados

A partir de la granulometría del suelo de la zona, indicada en el estudio geotécnico, se han determinado los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento interno. Estos datos se utilizan para realizar los cálculos correspondientes, los cuales están recogidos en el Anejo nº 8: Estabilidad de taludes.

El resultado es que, para las pendientes mencionadas anteriormente, la altura máxima que puede tener cada talud es de:

- Desmonte: 3'26 m
- Terraplén: 3'86 m

En la mayor parte de la vía, los taludes tienen alturas inferiores a estas, excepto puntualmente en el talud de terraplén que puede superar los 4 metros. Hay que tener en cuenta que este dato de altura máxima, además de tener un factor de seguridad amplio, hace referencia a un talud sin vegetación. Al final de las obras se extenderá tierra vegetal lo que facilitará la colonización del talud por la vegetación, aumentando su estabilidad de forma considerable.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En la mejora y ampliación de la vía forestal las posibilidades en cuanto a la anchura del firme, pendientes y cunetas pueden ser relativamente amplias, pudiendo seleccionar la opción que más se ajuste a los condicionantes impuestos por el Promotor (Ayuntamiento de Trabadelo).

Las alternativas que se han evaluado se describen a continuación.

8.1 Localización de la traza

Para diseñar el trazado del primer tramo de la vía se ha tenido en cuenta una única alternativa que es la que ha sido fijada por el promotor (Ayuntamiento de Trabadelo).

Si bien durante el diseño de la vía se han considerado pequeñas variaciones en la traza en determinados tramos, en general el trazado definitivo corresponde con el trazado actual del camino, ya que cualquier otro trazado supondría mayores costes económicos y ecológicos.

Igualmente en el segundo tramo, a partir de Paradela, se considera una sola alternativa que sigue aproximadamente el recorrido del sendero que existe actualmente.

8.2 Anchura del firme

Se han evaluado dos alternativas:

- Anchura de 3 m con apartaderos.
- Anchura de 5 m sin apartaderos.

Se ha optado por tomar una anchura de 3 metros e incluir dos apartaderos. Esta decisión se ha tomado debido a la baja intensidad de tráfico que se espera, sin necesidad de realizar adelantamientos, y a la necesidad de realizar una obra lo más económica posible y con el mínimo impacto ambiental.

8.3 Pendiente de los taludes

Durante el diseño de la obra se han considerado varias alternativas para la pendiente de los taludes de desmonte y terraplén. Como ya se ha mencionado anteriormente, se ha optado por dar a los taludes pendientes muy inclinadas para evitar excesivos movimientos de tierras y conseguir una altura de talud pequeña. Las pendientes dadas son:

- 2'75:1 para desmonte (ángulo de 70°)
- 1'73:1 para terraplén (ángulo de 60°)

8.4 Geometría de las cunetas

Las alternativas consideradas han sido cunetas de sección triangular o trapezoidal. Finalmente se ha optado por una cuneta triangular que aunque tiene menor eficiencia hidráulica, resulta más económica de construir y mantener. Esta se realizará tan solo en la base de los taludes de desmonte y sus dimensiones serán:

- Ancho: 50 cm
- Altura: 50 cm
- Angulo con la horizontal: 63°

9. INGENIERÍA DEL PROYECTO

9.1 Ingeniería del proceso

9.1.1 Intensidad del tráfico

Dadas las características de la vía que se proyecta, la intensidad de tráfico (IMD) que se espera es baja, estando dentro de la clase A que supone una intensidad de 0 a 15 vehículos al día (consultar Anejo nº 10: Ingeniería del proyecto).

9.1.2 Velocidad base del proyecto

La velocidad base del proyecto se establece en función de la clasificación A.A.S.H.O. que establece velocidades máximas y mínimas en función de la IMD y del tipo de terreno. En este caso se tomará una velocidad máxima de 30 km/h (consultar Anejo nº 10: Ingeniería del proyecto).

9.2 Ingeniería de las obras

En este apartado se indica la forma de trabajo que se ha seguido para diseñar la vía forestal, los datos correspondientes a la obra y la descripción de las obras.

En el Anejo nº 10: Ingeniería del proyecto se recogen en detalle todos los datos correspondientes a la ingeniería: datos de la alineación, superficie ocupada, superficie de los taludes y movimientos de tierras.

9.2.1 Método de trabajo

Para llevar a cabo el diseño de la vía se ha utilizado principalmente el software AUTOCAD CIVIL 3D 2012. Los pasos seguidos han sido:

- Crear una superficie a partir del Modelo Digital del Terreno de la zona.
- Recorte de la superficie creada limitándola a la zona de interés.
- A continuación se ha insertado la ortofoto de la zona y un archivo shapefile de puntos con coordenadas tomadas a lo largo de la vía previamente con GPS.
- Con apoyo de la ortofoto y el shapefile de coordenadas se ha trazado la poligonal de la vía.
- Posteriormente se han añadido las curvas prestando especial atención al radio más adecuado para cada una.
- Una vez obtenida la alineación se ha generado el perfil longitudinal.
- Se ha modificado la alineación en ciertos puntos para suavizar las pendientes del perfil longitudinal.

- Se ha dibujado la rasante sobre el perfil longitudinal prestando atención a que las pendientes no superen el 15%.
- Posteriormente se ha creado un ensamblaje (perfil transversal tipo) y se ha aplicado este a toda la alineación creándose así la obra lineal.
- Al tratarse de un ramal ciego, en el extremo final se ha creado una explanación y se han calculado sus taludes correspondientes.
- A partir de aquí, mediante varias herramientas de AUTOCAD CIVIL 3D, se representan los perfiles transversales, se obtienen los planos modificando el formato de la forma deseada, se obtienen datos de superficies ocupadas, volúmenes de tierra, etc.

9.2.2 Datos de la ingeniería

Existen numerosos datos correspondientes a la ingeniería de la obra tales como datos de la alineación (coordenadas de cada tramo, puntos kilométricos, orientación, etc.), superficie ocupada, superficie de los taludes y volúmenes de tierra. En este apartado se indican los principales:

- Superficie ocupada: 17.695'82 m²
- Volumen de desmonte: 8.523'64 m³
- Volumen de terraplén: 6.232'71 m³

Todos los datos correspondientes a este apartado se pueden ver en detalle en el Anejo nº 10: Ingeniería del proyecto.

9.2.3 Descripción de las obras a realizar

La explanación del terreno comprende la realización de desmontes y terraplenes para conseguir las cotas de la rasante definitiva y las pendientes del perfil longitudinal del proyecto.

En este apartado se indican todos los trabajos necesarios para llevar a cabo la obra.

En todos los trabajos se seguirá lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud (Anejo nº 14).

9.2.3.1 Señalización y replanteo de la traza

Se realizará la señalización con paneles indicativos de obra al principio de la traza.

Se realizará el replanteo topográfico de la traza, por un equipo formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.

9.2.3.2 Tala y retirada de los árboles

Esta labor consiste en la eliminación del arbolado existente en la zona de la ocupación de la vía forestal. Esta tarea se realizará con un tractor de cadenas o buldózer de 131/150 CV que será la misma maquinaria que ejecutará el posterior movimiento de tierras, y una motosierra de gasolina de 1,32 CV.

El procedimiento a seguir es el siguiente: se aproximará con la cuchilla lo más levantada posible para derribar los troncos; cuando el árbol inicie su caída la maquina deberá retroceder con el fin de dejar sitio para el movimiento de la cepa y de las raíces. En un segundo movimiento, la maquina se acercará a la cepa y las raíces bajando la cuchilla para conseguir un total desarraigo.

Aquellos árboles a los que el buldózer no sea capaz de llegar por presencia de rocas, fuertes pendientes u otros motivos, se cortarán con motosierra.

9.2.3.3 Limpieza y desbroce

Se eliminará y se transportará a vertedero los árboles y arbustos, piedras y vegetación herbácea de la zona que posteriormente ocupara el trazado de la vía. Esta operación es fundamental, ya que dejar esta materia orgánica supondría disminuir, en gran medida, la capacidad de soporte del suelo.

Se usará un buldózer de 131/150 CV con hoja topadora universal, que permita atacar el terreno abriendo un camino entre los restos de vegetación que queden. Una pala cargadora de cadenas 130 CV se ocupará de cargar los materiales en un camión basculante 4x4 que los transportará al vertedero.

El proceso básico operativo consiste en atacar al terreno con la mencionada máquina, abriendo de esta forma un camino entre la vegetación del monte. Para el despeje de la zona de matorrales, el tractor avanzara en una pasada con su hoja de empuje a nivel de suelo, arrastrando de esta manera todo lo que encuentra a su paso. La vegetación extraída, tras esta pasada, se cargara y se transportará a vertedero.

9.2.3.4 Retirada de la capa de tierra vegetal

Se retirarán los primeros 20 cm del horizonte superior del suelo que estarán formados en su mayor parte por restos de vegetación en diferente estado de descomposición.

El proceso consta de una primera pasada de la hoja topadora con el buldózer hundida para complementar la capa. La hoja estará en posición angledocer (depositando las tierras en pendiente abajo), formándose una hilera de tierra al borde de esta pasada. La pala cargadora recogerá la tierra y la cargará al camión.

La tierra vegetal se acumulará y se utilizará posteriormente para el revestimiento de taludes. El Promotor (Ayuntamiento de Trabadelo) facilitará un pequeño terreno donde apilar la tierra vegetal durante la duración de las obras.

9.2.3.5 Desmontes y terraplenes

Esta fase consiste en el excavado del terreno en desmonte para conseguir las cotas indicadas en el perfil longitudinal.

Consiste fundamentalmente en extraer tierra de un lado del eje del camino (desmante) y depositarlo en el otro lado (terraplén), mediante tres fases que son:

- Arranque: con una excavadora hidráulica de cadenas 135 CV.
- Transporte: con un camión basculante 4x4 de 14 toneladas para distancias mayores a 50 m.
- Vertido: el camión se bascula y se procede al extendido de la tierra con una pala cargadora.

Para la creación de los terraplenes, se expandirán los materiales procedentes del desmante, en tongadas con un espesor máximo de 20 cm., se ira decreciendo la explanación hasta obtener las cotas indicadas en el perfil longitudinal.

En este proceso también se ejecutará la excavación de la cuneta mediante una retroexcavadora hidráulica.

La tierra sobrante se acumulará en el lugar de acopio o se transportará a vertedero.

9.2.3.6 Perfilado de taludes

El perfilado de las cuneta y los taludes se realizará con motoniveladora de 200 CV, sin ser necesario un perfilado perfecto de taludes, ya que las irregularidades de estos se integran mejor en el terreno. Se redondean las cabezas de los taludes evitando cortes rectos con el terreno y de este modo disminuir la erosión.

9.2.3.7 Nivelado y perfilado de la plataforma

Posteriormente se procede a perfilar la explanación mediante el uso de una motoniveladora 200 CV. Si existen elementos gruesos se dará previamente un paso con los rejonés para su eliminación superficial.

Se dará a la plataforma una pendiente de bombeo del 2%, tal como se indica en el Plano nº 6: Perfil tipo.

9.2.3.8 Asurcado del terreno

Se dará una pasada con la motoniveladora asurcando el terreno antes de añadir agua para la compactación del firme, por dos razones principales:

- Favorecer la penetración de agua.
- Evitar que el agua corra hacia los bordes del camino.

La profundidad del surco será de 20 cm.

9.2.3.9 Humidificación del material

Se utilizara la cantidad de agua necesaria para lograr la humedad óptima del 16'40%, calculada para este suelo según la muestra analizada en el Anejo nº 3: Estudio geotécnico.

Para realizar esta acción se utilizará un camión cuba. Si se añade agua en exceso, no se puede compactar, ya que quedan ondulaciones en el firme del camino y no se puede alcanzar la densidad seca prevista.

Por el contrario si la compactación se hace con falta de humedad, será muy difícil llegar a la densidad seca del 100% del ensayo Proctor Normal.

9.2.3.10 Compactación del firme

Una vez que se haya alcanzado la humedad óptima, se procederá a la compactación del firme, hasta el valor del 100%. Esta tarea se realizará con un rodillo vibrante autopulsado mixto de 15 toneladas.

Frecuentemente se acumulan los finos en la parte delantera del rodillo. Para evitarlo, se realizará un riego ligero de la cuba delante del rodillo.

9.2.3.11 Obras de fábrica

Durante la construcción de la vía se instalarán un total de 16 obras de fábrica (8 caños y 8 embocaduras). Para ello se realizarán zanjas de aproximadamente 1 metro de profundidad y 0,8 metros de anchura y se instalarán en ellas las correspondientes obras de fábrica. Posteriormente se cubrirán con la misma tierra procedente de la excavación.

Su localización, diseño y dimensiones se detallan en el Anejo nº 7: Estudio hidrológico y en los Planos nº 4, nº 5 y nº 10.

9.2.3.12 Extendido de la tierra vegetal

La tierra vegetal extraída al principio de las obras, se extenderá sobre los taludes de terraplén de mayor altura. Para ello se utilizará una pala cargadora. Esto permitirá que los taludes sean fácilmente colonizados por la vegetación, aumentando así su estabilidad.

9.2.3.13 Señalización de la vía

Se colocarán algunas señales indicativas en el punto inicial de la vía. Las señales son:

- Prohibido el acceso a vehículos de más de dos ejes. Se colocaran para evitar que circulen vehículos con góndola o remolques que se puedan encontrar con problemas a lo largo de la vía. (1 señal).
- Velocidad limitada a 30 km/hora. (1 señal)

9.3 Ingeniería de las infraestructuras

9.3.1 Sección longitudinal

9.3.1.1 Pendiente

La pendiente es un factor muy importante a tener en cuenta ya que influye directamente en el volumen de tierras a mover. Pendientes bajas implicarán mayor movimiento de tierra. Sin embargo, si se ajustará la vía perfectamente al terreno, las pendientes serían demasiado altas para hacer posible la circulación.

En este Proyecto la pendiente máxima que se ha considerado es del 15% (alcanzando de forma puntual el 15'95%), siendo en general menores al 12%. En los perfiles longitudinales mostrados en el Plano nº 5: Perfil longitudinal se muestran las pendientes de cada uno de los tramos de la rasante.

9.3.1.2 Radio mínimo

Generalmente el radio influye en los movimientos de tierras, siendo estos mayores a mayor radio. El inconveniente está en que radios pequeños son menos seguros para la circulación.

En este Proyecto el radio mínimo que se ha considerado es de 15 m, lo cual se cumple en todo el trazado excepto en una curva, dentro del casco urbano de Paradela, cuyo radio es de 10 m. Al tener esta curva un ángulo pequeño, este radio no supone ninguna dificultad para la circulación.

9.3.2 Sección transversal

9.3.2.1 Plataforma

La plataforma es la zona comprendida entre los bordes de la calzada. En este caso la plataforma es de 3 metros.

9.3.2.2 Capa de rodadura

En este Proyecto, la capa de rodadura o firme estará formada por los materiales propios de la zona. Se ha proyectado utilizar como firme el suelo natural estabilizado con tierra procedente de la propia excavación.

9.3.2.3 Pendiente transversal

El bombeo es fundamental para el mantenimiento del buen estado del firme. Los valores máximo y mínimo recomendables son del 3% y el 1'5% respectivamente. En este Proyecto se dará al firme un bombeo del 2%, desde el centro de la plataforma hacia cada extremo.

9.3.2.4 Sobreanchos

En este proyecto no se considera necesario realizar sobreanchos ya que las curvas no tienen radios excesivamente pequeños.

9.3.2.5 Peralte

En esta vía no se llevará a cabo la construcción de peraltes ya en este caso supondría un encarecimiento innecesario de la obra.

9.3.2.6 Entronque

No es necesaria su proyección ya que en la presente vía no existen intersecciones o cruces.

9.3.2.7 Apartaderos

A lo largo de toda la longitud de la vía, se construirán dos apartaderos que permitan el cruce de vehículos.

Sus dimensiones serán de 10 metros de largo, resultando útiles 8 metros. Su anchura será de 1 metro, es decir, en los apartaderos la anchura de la vía pasará de 3 a 4 metros, suficiente para el paso de dos vehículos todoterreno de tamaño estándar.

9.3.2.8 Pendiente de los taludes

La pendiente de los taludes es la siguiente:

- Desmante: 70°
- Terraplén: 60°

El cálculo de su diseño se muestra en el Anejo nº 8.

9.3.3 Obras de drenaje

Las obras de drenaje proyectadas para la vía son las cunetas y los caños para el paso del caudal de los arroyos. Los parámetros para su dimensionado son el caudal a desaguar y la pendiente del terreno, fundamentalmente.

Las obras de drenaje sirven para evacuar el agua de la obra, proteger el firme y la plataforma, de ello se encargan las cunetas que son zanjas longitudinales abiertas en el terreno, en la base de los taludes de desmante.

Para que se produzca un desagüe eficaz, la pendiente del firme no puede ser en ningún momento del 0% ya que la cuneta tiene la misma pendiente que la rasante de la vía.

La cuneta se sitúa en el lado de desmante. La sección es triangular, sin ningún revestimiento, de 0'5 m de ancho y 0'5 m de profundidad.

Los caños se colocarán en el cruce de la vía con los arroyos, tienen un diámetro interior de 50 cm y se colocan con una inclinación del 2%.

10. PLAN DE OBRA

En este apartado se indica la planificación prevista de la obra, de manera que se puede preveer su desarrollo en el tiempo.

Las fases comentadas en el apartado de Ingeniería han de realizarse por separado antes de comenzar la siguiente fase, pero no es necesario que se complete una fase en toda la longitud de la vía, es decir, se pueden estar ejecutando varias fases diferentes a la vez en diferentes tramos, siempre que no coincidan dos fases en el mismo tiempo y espacio.

La determinación de los correspondientes plazos se hace conociendo las tareas, el orden y los tiempos de ejecución. Los tiempos se han asignado en función de los rendimientos utilizados para calcular los presupuestos, recogidos en el Anejo nº 11: Plan de obra.

Para la distribución temporal de los trabajos a realizar se presenta a continuación la Tabla 7 a modo de cronograma, sin fechas concretas, pero sí con la duración de las diferentes tareas en el tiempo.

Tabla 7. Plan de obra.

Operaciones	Nº de semana								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Señalización y replanteo	X								
Tala y retirada de los árboles		X	X	X					
Limpieza y desbroce				X	X	X			
Retirada de la capa de tierra vegetal						X	X	X	
Desmontes y terraplenes									X

Tabla 7 (cont.). Plan de obra.

Operaciones	Nº de semana								
	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º	17º	18º
Desmontes y terraplenes	X	X	X	X	X				
Refino de la plataforma					X	X	X		
Compactación de la explanada							X		
Obras de fábrica							X		
Extendido de la tierra vegetal								X	X
Señalización de la vía									X

11. NORMAS PARA LA EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez terminada la construcción y mejora de la vía forestal a proyectar, es de suma importancia su mantenimiento para que permanezca en buenas condiciones de seguridad para todo el trayecto.

Para conseguir una mayor duración de la vía en el tiempo se establecen una serie de actuaciones.

- Mantenimiento del firme. Se trata de evitar la variación en la granulometría del firme y controlar la inversión del bombeo. Para ello se evitarán velocidades excesivas y vehículos muy pesados. La reparación de las irregularidades del firme se realizará con motoniveladora.
- Mantenimiento de los taludes. En caso de que se produzcan deslizamientos de los taludes, debe procederse a su reparación para evitar que las cunetas no lograsen evacuar las aguas por escorrentía y garantizar la seguridad del tráfico.
- Mantenimiento del sistema de drenaje. Incluye la corrección del bombeo mencionada anteriormente y la limpieza de cunetas y caños.

Las causas de degradación de la vía, consecuencias y medidas correctoras se detallan en el Anejo nº 13: Normas para la explotación del proyecto.

12. PRESUPUESTO

En el Documento nº 5: Presupuesto, se detalla el Presupuesto de este Proyecto dividido por capítulos.

En resumen, el Presupuesto final es como se indica a continuación.

Presupuesto de Ejecución Material

El Presupuesto total de Ejecución Material del presente Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en el término municipal de Trabadelo (León) asciende a la cantidad de **CIENTO VEINTISIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (127.931'94 €)**

Presupuesto de Ejecución por Contrata

El **Presupuesto total de Ejecución por Contrata** del Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en el término municipal de Trabadelo (León) asciende a la cantidad de **CIENTO CINCUENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS (154.797'65 €)**

Presupuesto de Ejecución por Licitación

El **Presupuesto total de Ejecución por Licitación** del Proyecto de ampliación y mejora de una vía forestal en el término municipal de Trabadelo (León) asciende a **CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCO EUROS CON SESENTA DIECISEIS CÉNTIMOS (187.305'16 €)**

13. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”, para todos los proyectos de obra incluidos en los supuestos previstos en el apartado I de dicho artículo, su promotor se encuentra obligado a redactar un “Estudio de Seguridad y Salud” si se cumple alguno de los siguientes requisitos:

- Si la duración de la obra es mayor de 30 días y se emplean simultáneamente mas de 20 trabajadores
- Si el presupuesto base de la obra es mayor a o igual a 450.760 euros.
- Si el volumen de la mano de obra supera los 500 días (siendo el volumen de la mano de obra la suma de días de trabajo del conjunto de trabajadores).
- Si se realizan obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El proyecto objeto de este estudio no reúne las condiciones marcadas en dicho Real Decreto por lo que se considera suficiente la realización de un “Estudio Básico de Seguridad y Salud”.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la fase constructiva de la obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidente y enfermedades profesionales, así como los derivados de los diversos trabajos de reparación, conservación y mantenimiento.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud se encuentra en el Anejo nº 14 de este Proyecto.

14. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental tiene como objetivos:

- Proveer a los niveles decisores, información sobre los efectos ambientales del proyecto propuesto, para evaluar las distintas opciones sobre su ejecución.
- Producir, en la medida de lo posible, proyectos adecuados ambientalmente.

En este proyecto existen una serie de actuaciones susceptibles de producir impacto, tanto en la fase de obra como en la fase de explotación, las cuales son:

Fase de obra

- Movimientos de tierras.
- Eliminación de la vegetación.
- Excavación y transporte de materiales.
- Canalizaciones de agua.
- Pistas y accesos adicionales.
- Necesidades de suelo.
- Movimiento de maquinaria pesada.
- Compactación del suelo.
- Deposito de materiales.
- Incremento de la mano de obra.

Fase de explotación

- Incremento del tráfico rodado.
- Mejora de la accesibilidad al monte.

Estas acciones producen una serie de impactos medioambientales los cuales son:

- Calidad atmosférica.
- Contaminación acústica.
- Alteración de las formas de terreno.
- Pérdidas de suelo.
- Contaminación de las aguas.
- Destrucción de la vegetación.
- Limitación de la movilidad de la fauna.
- Calidad paisajística.
- Afección a vías de comunicación.

Todos estos impactos se han evaluado por su “tipo de efecto”, “extensión”, “persistencia”, “recuperabilidad”, “magnitud” y “continuidad”, y se han propuesto una serie de medidas protectoras y correctoras para reducir, eliminar o compensar los efectos negativos.

Toda la información referente al Impacto Ambiental se recoge en el Anejo nº 15: Evaluación de Impacto Ambiental.

15. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

15.1 Evaluación económica

Desde el punto de vista de económico, la rentabilidad del proyecto será nula, puesto que este tipo de obras está destinado a dar un servicio a la comunidad, y por tanto, lo que se obtiene de ella son beneficios indirectos, puesto que mejoran la red viaria y la transitabilidad de la zona. Dichos beneficios son:

- Mayor eficacia en las labores de prevención y extinción de incendios.
- Mejora en la gestión, conservación y aprovechamiento del monte.
- Aumento del turismo rural al mejorar el acceso a zonas de interés paisajístico con el consecuente beneficio económico para las poblaciones de la zona.
- Mejora del acceso a diferentes parcelas de propiedad privada.

La financiación del Proyecto corre a cargo del Ayuntamiento de Trabadelo, principal interesado en llevarlo a cabo, con posibles subvenciones por parte de la Comunidad Autónoma de Castilla y León o la Unión Europea.

15.2 Evaluación técnica

Desde un punto de vista técnico, se considera que esta vía es necesaria al situarse en un área forestal muy poco transitable debido a su escasez de infraestructuras viarias. El diseño de la vía garantiza una circulación segura siempre que no se rebase la velocidad máxima establecida.

La vida útil del proyecto quedará a expensas de que se realicen las labores de mantenimiento necesarias.

15.3 Evaluación medioambiental

El Estudio de Impacto Ambiental de este Proyecto se recoge en el Anejo nº 15: Evaluación de Impacto Ambiental.

Como resumen, se puede concluir que el impacto producido por esta obra no es excesivo. La mayor parte de efectos negativos se produce únicamente durante la duración de las obras, siendo todos ellos reversibles siempre que se cumplan todas las medidas preventivas y correctoras propuestas.

Por otra parte, la construcción de esta vía puede tener un efecto positivo sobre el medio ambiente, al facilitar la prevención y extinción de incendios forestales o realizar tratamientos fitosanitarios.

En Palencia, Mayo de 2015
El Ingeniero Técnico Forestal

Fdo.: Gastón Val Moliné

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo 1. Estudio climático	1
Anejo 2. Estudio geológico	7
Anejo 3. Estudio geotécnico	9
Anejo 4. Estudio de vegetación	15
Anejo 5. Estudio de fauna	16
Anejo 6. Estudio socioeconómico	22
Anejo 7. Estudio hidrológico	28
Anejo 8. Estabilidad de taludes	38
Anejo 9. Estudio de alternativas	42
Anejo 10. Ingeniería del proyecto	46
Anejo 11. Plan de obra	81
Anejo 12. Justificación de precios	86
Anejo 13. Normas de explotación	94
Anejo 14. Estudio Básico de Seguridad y Salud	98
Anejo 15. Evaluación de Impacto Ambiental	103

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1: Estudio climático

ÍNDICE ANEJO 1

1. Biogeografía	1
2. Análisis de los datos climáticos	1
2.1. Datos climáticos básicos	1
2.2. Otros datos climáticos de interés	3
3. Índices fitoclimáticos	3
3.1. Factor de pluviosidad de Lang	3
3.2. Índice de aridez de Martonne	4
3.3. Índice de Emberger	5
3.4. Índice de Dantin-Revenga	6

1. BIOGEOGRAFÍA

Según la sectorización biogeográfica establecida por el IGN (Instituto Geográfico Nacional), la zona de estudio se encuentra dentro de la Región Mediterránea pero muy próxima a la Región Eurosiberiana. La Región Mediterránea se encuentra dividida en provincias, perteneciendo el área de estudio a la Provincia Carpeto-Ibérico-Leonesa.

2. ANÁLISIS DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

2.1 Datos climáticos básicos

La caracterización climática se realiza a partir de los datos mas representativos de la zona de estudio, en este caso son los pertenecientes a la estación meteorológica de Ponferrada con datos del periodo 1971-2000 y que se encuentra a una altitud de 534 metros. La distancia entre la estación climatológica y la vía es de 25 kilómetros aproximadamente.

La vía se encuentra a una altitud media aproximada de 700 metros con lo que se hará una corrección de los datos climáticos por altitud de 166 metros. Se supone un gradiente térmico vertical de -0'6 °C por cada 100 metros ascendidos y pluviométrico de +1'8 mm por cada 100 metros ascendidos.

En la Tabla 1 se muestran los datos climáticos correspondientes a la estación meteorológica de Ponferrada. En la Tabla 2 se muestran los datos climáticos que corresponderían a la zona donde se va a construir la vía forestal, una vez aplicada la corrección por altitud.

Tabla 1. Datos climáticos de la estación meteorológica de Ponferrada.

	E	F	M	A	My	Jn	Jul	A	S	O	N	D	Anual
Ma	17'8	25'4	26'8	31'6	34'4	38'6	40'4	39'6	37'0	31'0	23'0	21'4	40'4
TMA	12'3	15'5	21'8	23'6	25'2	30'0	32'3	32'0	28'3	23'4	15'4	12'6	32'3
TM	8'1	11'4	15'0	16'8	20'4	25'4	28'9	28'4	24'3	17'8	12'1	8'7	18'1
T	4'5	6'8	9'4	11'1	14'4	18'6	21'5	21'0	17'9	12'9	8'2	5'5	12'6
Tm	1'0	2'3	3'7	5'5	8'5	11'8	14'1	13'6	11'4	7'9	4'3	2'2	7'2
Tma	-2'6	-2'3	0'8	3'2	5'6	9'7	11'8	11'9	9'2	4'2	0'0	-3'5	-3'5
ma	-10'4	-8'6	-8'2	-2'4	-1'0	4'0	4'6	5'5	1'6	-1'5	-6'8	-9'6	-10'4
P	71	64	43	51	59	34	24	26	49	74	76	92	668

Tabla 2. Datos climáticos de la zona de estudio.

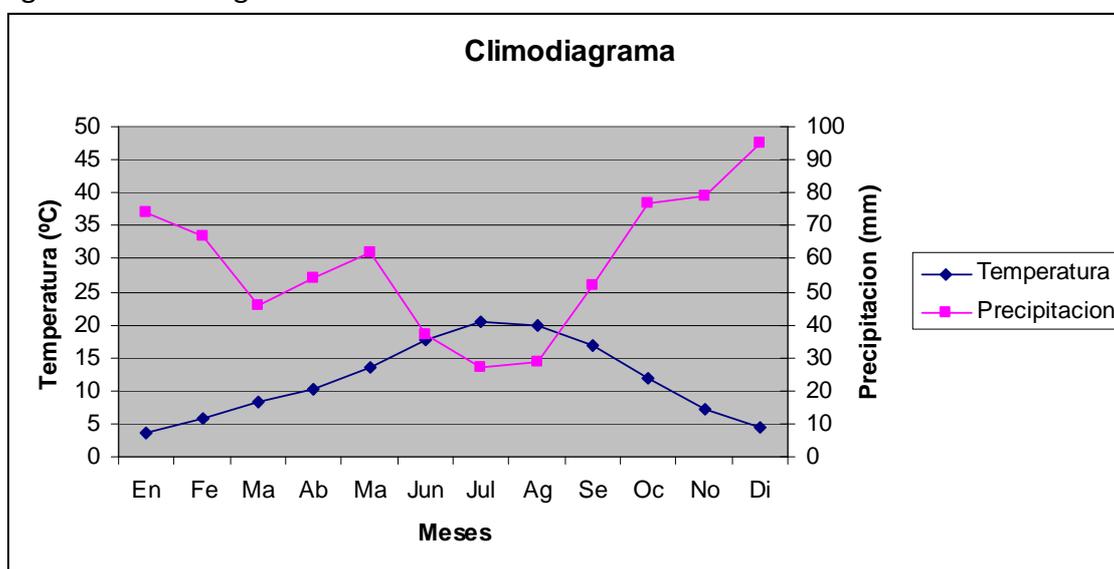
	E	F	M	A	My	Jn	Jul	A	S	O	N	D	Anual
Ma	16'8	24'4	25'8	30'6	33'4	37'6	39'4	38'6	36'0	30'0	22'0	20'4	39'4
TMA	11'3	14'5	20'8	22'6	24'2	29'0	31'3	31'0	27'3	22'4	14'4	11'6	31'3
TM	7'1	10'4	14'0	15'8	19'4	24'4	27'9	27'4	23'3	16'8	11'1	7'7	17'1
T	3'5	5'8	8'4	10'1	13'4	17'6	20'5	20'0	16'9	11'9	7'2	4'5	11'6
Tm	0'0	1'3	2'7	4'5	7'5	10'8	13'1	12'6	12'4	6'9	3'3	1'2	6'2
Tma	-3'6	-3'3	-0'2	2'2	4'6	8'7	10'8	10'9	8'2	3'2	-1'0	-4'5	-4'5
ma	-11'4	-9'6	-9'2	-3'4	-2'0	3'0	3'6	4'5	0'6	-2'5	-7'8	-10'6	-11'4
P	74	67	46	54	62	37	27	29	52	77	79	95	699

Donde:

- Ma: temperatura máxima absoluta (°C)
- TMA: temperatura media de las máximas absolutas (°C)
- TM: Temperatura máxima media (°C)
- T: Temperatura media (°C)
- Tm: Temperatura mínima media (°C)
- Tma: Temperatura media de las mínimas absolutas (°C)
- ma: Temperatura mínima absoluta (°C)
- P: Precipitación (mm)

A partir de estos datos se ha realizado el climodiagrama que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Climodiagrama de la zona de estudio.



En resumen, los datos climáticos mas destacados son los siguientes:

- Temperatura media anual: 11'6 °C
- Mes más frío: Enero
 - Media mensual: 3'5°C
 - Media de las mínimas: 0'0 °C
 - Media de las mínimas absolutas: -3'6°C
- Mes más calido: Julio
 - Media mensual: 20'5°C
 - Media de las máximas: 27'9°C
 - Media de las máximas absolutas: 31'3°C
- Temperaturas extremas:
 - Temperatura mínima absoluta: -11'4 °C
 - Temperatura máxima absoluta: 39'4°C

- Precipitación anual: 699 mm
- Precipitación primavera: 162 mm
- Precipitación verano: 93 mm
- Precipitación otoño: 208 mm
- Precipitación invierno: 236 mm
- Periodo de helada segura: Enero
- Periodo de helada probable: Noviembre, Diciembre, Febrero y Marzo
- Periodo de sequía: Julio y Agosto.

2.2 Otros datos climáticos de interés

En este apartado se presentan otros datos que hay que tener en cuenta en este proyecto. Estos datos son:

- DR: Numero de días de lluvia
- DN: Numero de días de nieve
- DT: Numero de días de tormenta
- DH: Numero de días de helada

Se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos de días de lluvia, nieve, tormenta y helada.

	E	F	M	A	My	Jn	Jul	A	S	O	N	D	Anual
DR	9	8	8	9	10	6	4	3	6	9	9	11	93
DN	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
DT	0	0	0	1	2	3	3	2	1	0	0	0	13
DH	13	8	4	1	0	0	0	0	0	0	5	10	40

3. ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS

A continuación se presentan los valores de los parámetros climáticos mas destacados, con ellos se pretende establecer relaciones entre los diferentes elementos del clima para evaluar la influencia de este sobre las comunidades vegetales.

3.1 Factor de pluviosidad de Lang

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I=P/T$$

Donde:

I=Índice de pluviosidad de Lang

P=Precipitación anual=699 mm

T=Temperatura media anual=11'6 °C

El valor que se obtiene es **I=60'25**

Se establece la siguiente clasificación para los resultados de este parámetro en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación del factor de pluviosidad de Lang.

Valores de I	Zonas de influencia climática según Lang
0-20	Desiertos
20-40	Zonas áridas
40-60	Zonas húmedas de estepas o sabanas
60-100	Zonas húmedas de bosques y claros
100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
>160	Zonas perhúmedas de prados y tundras

Los resultados de este índice para la zona de estudio indican que se encuentran en la región caracterizada por el autor como **“Zonas húmedas de bosques y claros”**.

3.2 Índice de aridez de Martonne

Se utiliza la siguiente formula:

$$I=P/(T+10)$$

El valor que se obtiene es **I=32'36**

En base a los resultados de este parámetro se establece la clasificación mostrada en la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación del Índice de aridez de Martonne.

Valores de I	Zonas según Martonne
<5	Desiertos
5-10	Semidesiertos
10-20	Semiárido tipo Mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

El resultado obtenido indica que la zona de estudio se localiza en la región caracterizada por el autor como **“Húmeda”**.

3.3 Índice de Emberger

Se calcula mediante:

$$Q = K \cdot P / (T^2 - t^2)$$

Donde:

Q=Índice de Emberger

K=2000

P=Precipitación anual=699 mm

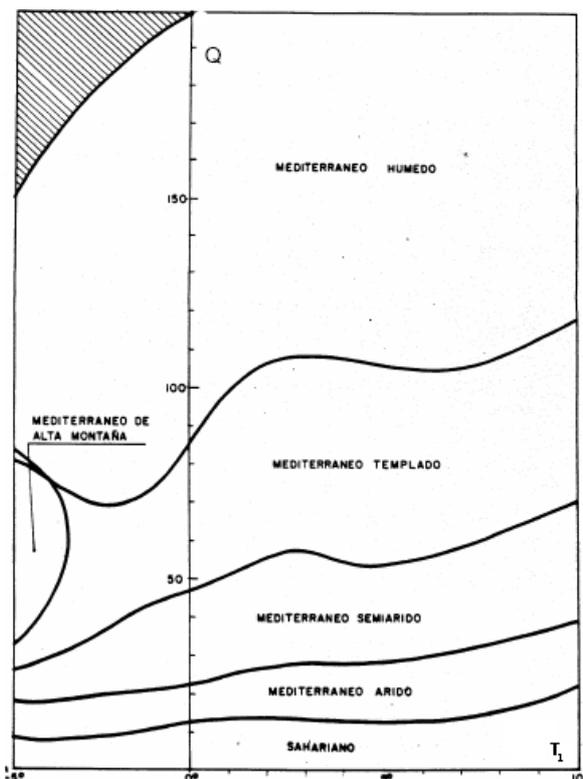
t=Temperatura media mínima del mes mas frío=273.15 °K

T=Temperatura media máxima del mes mas calido=302.05 °K

El valor que se obtiene es **Q=84'1**

La interpretación se realiza a partir del gráfico mostrado en la Figura 2.

Figura 2. Clasificación del Índice de Emberger



En este caso, la zona de estudio se caracteriza como **“Mediterráneo templado”**.

3.4 Índice de Dantin-Revenga

Se calcula mediante:

$$I=100\cdot(T/P)$$

El resultado que se obtiene es $I=1'65$

Los autores establecieron la clasificación mostrada en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación del Índice de Dantin-Revenga

Valores de I	Clasificación
0-2	Zona húmeda
2-3	Zona semiárida
3-6	Zona árida
>6	Zona subdesértica

Nuestra zona de estudio se clasifica como “**Zona húmeda**”.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 2: Estudio geológico

ÍNDICE ANEJO 2

1. Introducción	7
2. Estratigrafía	7
2.1. Paleozoico	7
2.2. Cuaternario	8

1. INTRODUCCION

El estudio geológico se ha basado en la consulta de los mapas geológicos de España E. 1:50.000, hoja 125 (correspondiente a “Los Nogales”) y hoja 157 (correspondiente a “Oencia”) y en las correspondientes memorias geológicas realizadas por el Instituto Geológico y Minero de España.

2. ESTRATIGRAFIA

La zona en la que se va a construir la vía presenta sedimentos que corresponden a dos épocas geológicas: Paleozoico y Cuaternario.

2.1 Paleozoico

Cambrico medio-Tremadoc. Serie de los cabos.

Es de tipo flysch y esta formada por la alternancia irregular de esquistos moscovítico-sericíticos, filitas, areniscas esquistosas y cuarcitas. Su potencia total es en la zona superior a los 800 metros y su constitución estratigráfica mal conocida por falta de niveles guía de cierta continuidad.

Comienza con una alternancia de capas centimétricas de esquistos y cuarcitas que adquieren potencia hacia el techo, de manera progresiva, llegando a individualizarse paquetes cuarcíticos o areniscosos gruesos que destacan con resaltes morfológicos en los afloramientos sobre un conjunto flyschoide mayoritariamente pelítico.

Se han descrito las siguientes variedades petrográficas:

a) Esquistos moscovítico-sericíticos y filitas

Son de color negro, azulado o gris oscuro, compactos, hojosos y foliados. Están formados por cuarzo, moscovita-sericita (clorita y biotita solo ocasionalmente) como elementos principales, y turmalina (clorita frecuente), circón, rutilo, óxidos de hierro y opacos como accesorios. La textura es lepidoblástica. Se han originado por metamorfismo regional, en facies de pizarras verdes, de sedimentos arcillosos.

b) Meta-areniscas y areniscas esquistosas

Rocas de color claro, compactas de grano medio a grueso y fractura irregular. Están formadas por cuarzo, moscovita-sericita (y óxidos de hierro ocasionalmente) como elementos esenciales, y albita, clorita, turmalina, circón y opacos, como accesorios. Textura clásica con recristalización y orientación. Proceden de rocas areniscosas por metamorfismo regional en facies de pizarras verdes.

c) Cuarcitas

Son rocas compactas, de color blanco, grano medio y textura granoblastica. Aparecen en gruesos paquetes individualizados e intercalados en la serie, o formando alternancias finas con los esquistos descritos en a). Están formados por cuarzo como elemento principal y clorita, moscovita, turmalina, circón, rutilo y opacos, como accesorios.

2.2 Cuaternario

Se encuentran depósitos aluviales yacentes en el cauce actual de los principales arroyos y barrancos que cruzan la zona. Están formados por cantos más o menos rodados, heterométricos y poligénicos, mezclados en proporciones muy diversas con limos y arcillas, o limos y arenas de acuerdo con la naturaleza del substrato y la morfología del entorno.

También se encuentran depósitos de ladera con típica morfología de cono de deyección. Están formados por materiales granulares, generalmente rodados, trabados en parte por una fracción arcillo-limosa omnipresente, pero escasa. La potencia de estos depósitos puede ser considerable puntualmente. Se caracterizan por presentar una constante movilidad en relación con las fluctuaciones climáticas, y una acusada segregación del tamaño de los cantos entre la cabecera del cono y la zona de pie.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 3: Estudio geotécnico

ÍNDICE ANEJO 3

1. Introducción	9
2. Toma de muestras	9
3. Estudio del terreno natural. Ensayos.	9
3.1. Análisis granulométrico de suelos por tamizado	9
3.2. Límites de Atterberg	10
3.3. Ensayo de compactación. Proctor modificado.	10
3.4. Índice C.B.R.	11
3.5. Materia orgánica	11
4. Conclusiones y resultados	12

1. INTRODUCCION

Para la correcta proyección de la vía, hemos de apoyarnos necesariamente en la geotecnia, que proporciona una serie de datos muy útiles e imprescindibles sobre las características de los suelos que ha de atravesar el camino.

La geotecnia tiene como objetivo conocer los rasgos físicos y mecánicos de los suelos, por los que atravesará la vía forestal, y que van a ser usados en la construcción de la explanación, así como los materiales que vayan a emplearse en la construcción de terraplenes y firmes. Todos estos rasgos se determinan mediante los correspondientes análisis y ensayos geotécnicos efectuados sobre muestras representativas.

2. TOMA DE MUESTRAS

Para la realización de los análisis y ensayos geotécnicos se ha tomado una muestra de tierra, aproximadamente en el punto medio de la vía. Las características geológicas de la vía son similares en todo el recorrido por lo que no se ha considerado necesaria la toma de más muestras.

La muestra se obtuvo excavando en el suelo hasta una profundidad aproximada de 50 cm retirando previamente la tierra vegetal. El peso de la muestra era de unos 10 kg. Esta muestra se depositó en un saco de plástico.

Posteriormente, la muestra se llevó a la empresa CESECO S.A., en Valladolid, para que realizaran su análisis.

3. ESTUDIO DEL TERRENO NATURAL. ENSAYOS.

Los trabajos realizados han consistido en la ejecución de los ensayos de laboratorio necesarios para la identificación de los distintos materiales que afloran a lo largo de la vía. Los ensayos más usuales para la realización del proyecto son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Ensayos de compactación (Proctor)
- Índice C.B.R.
- Materia orgánica

3.1 Análisis granulométrico de suelos por tamizado

La metodología para el análisis granulométrico está recogida en la norma UNE 103.101.

El análisis granulométrico consiste en clasificar las partículas por tamaño mediante un tamizado, y se especifican los límites que separan las distintas fracciones, fijando el porcentaje de partículas que están incluidas en cada fracción.

Para realizar el análisis se usa la técnica del tamizado con partículas mayores de 0'080 mm que corresponden con las aperturas del tamiz ASTM-200. Este procedimiento consiste en calibrar una muestra de suelo a través de una batería de tamices de malla decreciente de tal modo que se va pesando lo que queda retenido en cada tamiz.

Para deslindar arcillas y limos se utiliza el tamiz 200, los que atraviesan engloban el conjunto de "finos". La separación entre gravas y arenas se hace mediante el tamiz 4.

Con los datos obtenidos se rellena un estadillo donde además del tanto por ciento retenido se indica el porcentaje de suelo expresado en peso, que pasa por cada tamiz referido al peso total de la muestra. Con estos datos se obtiene la curva granulométrica, que estudia los distintos porcentajes de cada fracción.

Los resultados obtenidos se pueden ver en el informe del ensayo adjuntado posteriormente.

3.2 Limites de Atterberg

La metodología para el análisis granulométrico esta recogida en la norma UNE 103.103 y UNE 103.104.

Se empleará para conocer la consistencia de un suelo, y para ello únicamente utiliza la fracción fina de este (concretamente aquellos materiales con diámetro inferior a 0'04). Se entiende que el porcentaje de humedad a la que nos referimos en todos los ensayos se refiere al peso seco del suelo.

El suelo puede estar en cuatro estados de consistencia en función de la mayor o menor humedad que contenga: estado líquido, plástico, blando y duro. En los puntos en los que cambia de estado se denominan límites de Atterberg y estudian la plasticidad o capacidad que tiene un material para deformarse.

Los resultados obtenidos se pueden ver en el informe del ensayo adjuntado posteriormente.

3.3 Ensayo de compactación. Proctor Modificado.

Este método esta especificado en la norma UNE 103.501.

El objetivo de este ensayo es averiguar el punto máximo de la curva de densidad-humedad de un suelo. Se busca obtener el óptimo de humedad a la cual se consigue la densidad seca máxima con cierta energía de compactación.

El ensayo consiste en colocar una muestra de suelo humedecida en un molde de 1000 cm³ de capacidad de tres capas sucesivas, cada una de ellas se compacta con 25 golpes de maza de una masa de compactación que pesa 2'5 kg.

La curva nos muestra los puntos de humedad-densidad obtenida en el ensayo. A continuación se localiza el valor de máxima densidad y su correspondiente humedad optima.

Los resultados obtenidos se pueden ver en el informe del ensayo adjuntado posteriormente.

3.4 Índice C.B.R

El ensayo C.B.R. es un ensayo de punzamiento muy específico de caminos. Su metodología aparece en la norma UNE 103.502

Es un índice de resistencia de suelos pero depende de las condiciones de estado, densidad y humedad, así como de la sobrecarga que se le aplique. Es el valor de la presión que hay que ejercer para llegar a una cierta penetración expresada como un porcentaje de la requerida en una muestra tipo.

Se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de suelos empleados en rellenos compactados. Se basa en el Proctor, usando el mismo recipiente y la muestra se compacta de la misma forma.

De la muestra de suelo se determinan su humedad inicial, conociendo las condiciones de Proctor Normal, se añade agua para alcanzar la humedad necesaria, se amasa y se vierte sobre un molde donde se compactan las tres capas con 80 golpes por capa con la maza utilizada en el Proctor Normal. Se determina la humedad del suelo compactado y se pesa el molde con el suelo húmedo.

Una prensa hace bajar el pistón de penetración con velocidad uniforme. Para una serie de profundidades de penetración se anotan las lecturas de un anillo dinamométrico. El ensayo se repite para otros dos moldes, dando 50 y 25 golpes por capa respectivamente. El gráfico muestra la curva en función de las penetraciones y la carga sobre el pistón (las penetraciones se expresan en mm y van colocadas en las abscisas, la carga en ordenadas).

Los resultados obtenidos se pueden ver en el informe del ensayo adjuntado posteriormente.

3.5 Materia orgánica

La metodología de este método esta recogida en la Norma UNE 103.204.

Este método determina el contenido de materia orgánica oxidable de un suelo mediante permanganato de potasio. En este método se determina el porcentaje de materia orgánica de la muestra como cociente entre los centímetros cúbicos de solución de permanganato 0'1 N gastados multiplicados por el factor de normalidad y los gramos de la muestra gastados.

Los resultados obtenidos se pueden ver en el informe del ensayo adjuntado posteriormente.

4. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Todos los ensayos realizados en CESECO han tenido resultados positivos. Los materiales que afloran a lo largo del trazado de la vía son **aptos** para realizar este tipo de obra.

A continuación, se muestra el informe con los resultados obtenidos de los ensayos, facilitado por el Laboratorio de Control de Calidad de CESECO S.A., de Valladolid.



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

TRABAJO Nº K-102/14

Fecha: 30/07/2014

PETICIONARIO GASTON VAL MOLINÉ

Página: 1 de 2

OBRA O ESTUDIO CAMINO DE TRABADELO A PARADELA

RELACION DE MUESTRAS ENSAYADAS

DENOMINACION	LOCALIZACION
SUELO FACILITADA POR EL PETICIONARIO. M1.
	Fecha toma de muestra: 19/05/2014

INDICE DEL CONTENIDO

EN HOJA

1 ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103.101).....	INTERIOR
1 LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103.103 - UNE 103.104).....	"
1 MATERIA ORGÁNICA (UNE 103.204).....	"
1 PROCTOR MODIFICADO (UNE 103.501).....	"
1 C.B.R. DE LABORATORIO (a Proctor Normal)(UNE 103.502).....	

OBSERVACIONES

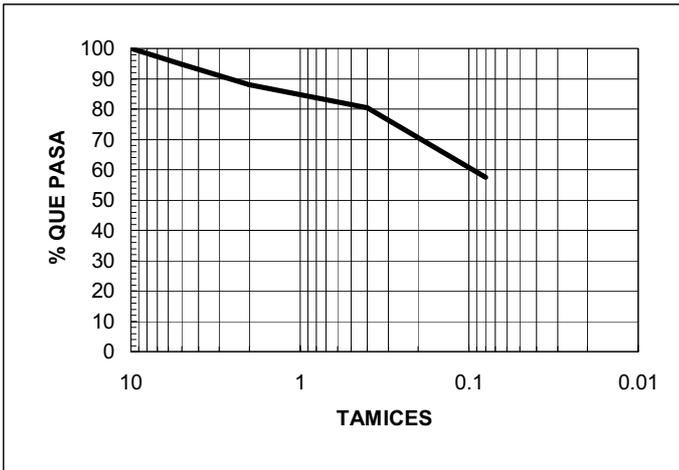
Empty box for observations.

Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe solo podrá ser reproducido íntegramente y con la autorización de CESECO, S.A. Laboratorio de ensayos inscritos en el Registro General del C.T.E. del Mº de FOMENTO . Áreas EHA, VSG, GTL, AFC, AFH, ACC, ACH, APC, APH y AMC



**I N F O R M E D E R E S U L T A D O S**

TRABAJO Nº	K-102/14	Muestreo en obra <input checked="" type="checkbox"/>
TOMA DE MUESTRA	19/05/2014	Facilitada por el peticionario <input type="checkbox"/>
SOLICITANTE	GASTON VAL MOLINÉ	
OBRA O ESTUDIO	CAMINO DE TRABADELO A PARADELA	
LOCALIZACIÓN	TRABADELO (LEON)	
TIPO DE MUESTRA	SUELO	Fecha de informe: 30/07/2014

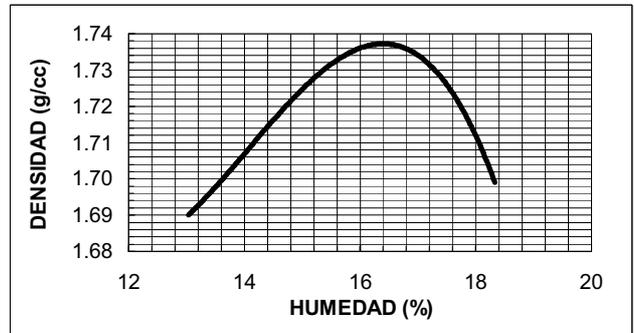


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; UNE 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	25.8
Límite plástico; UNE 103.104	10.6
Índice de plasticidad	15.2
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
	1.19
SALES SOLUBLES EN AGUA (%); NLT-114	
CONTENIDO EN YESO (%); NLT-115	
SALES SOL. DISTINTAS YESO (%);(NLT-120)	
ENSAYODE COLAPSO (%); (NLT-254)	
HINCHAMIENTO (%); (UNE 103.601)	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101

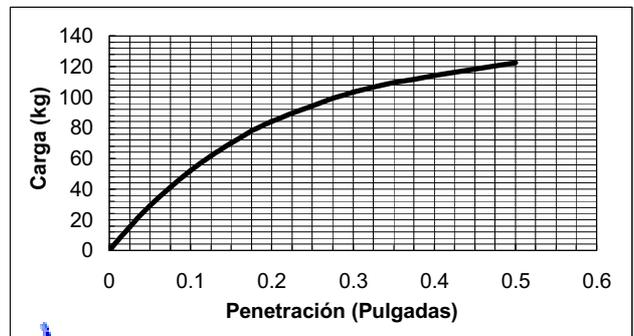
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)									100.0	94.7	88.1	80.4	57.5

PROCTOR MODIFICADO; UNE 103.501	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	1.74
Hum. Óptima (%)	16.40



C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502	
Índice C.B.R.	4
Compactación (%)	99.7
Densidad (g/cc)	1.74
Humedad (%)	16.34
Hinchamiento (%)	-0.13
Absorción (%)	0.62

CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	
AASHTO	
INDICE DE GRUPO	
PG-3 1975	TOLERABLE
TIPO EXPLANADA	



OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez



ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 4: Estudio de vegetación

ÍNDICE ANEJO 4

1. Listado de especies

15

1. LISTADO DE ESPECIES

Se ha realizado una lista con las principales especies de interés forestal presentes en el área de estudio. Estas se han obtenido en parte mediante las salidas al campo y por otro lado a partir del “Mapa de Vegetación de Castilla y León”, teniendo en cuenta que no todas las especies presentes en la realidad van a ser citadas en este inventario.

<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso
<i>Calluna vulgaris</i>	Brezo
<i>Castanea sativa</i>	Castaño
<i>Corylus avellana</i>	Avellano
<i>Cytisus sp.</i>	Escoba o retama
<i>Erica sp.</i>	Brezo
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno
<i>Genista florida</i>	Retama blanca
<i>Juniperus communis</i>	Enebro
<i>Pinus nigra</i>	Pino laricio
<i>Pinus pinaster</i>	Pino negral
<i>Pinus sylvestris</i>	Pino silvestre
<i>Populus nigra</i>	Chopo negro
<i>Quercus ilex</i>	Encina
<i>Quercus pyrenaica</i>	Roble
<i>Rosa sp.</i>	Rosal silvestre
<i>Salix sp.</i>	Sauce
<i>Sorbus aria</i>	Mostajo
<i>Sorbus aucuparia</i>	Serbal de cazadores
<i>Thymus mastichina</i>	Tomillo blanco
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Arándano

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 5: Estudio de fauna

ÍNDICE ANEJO 5

1. Introducción	16
2. Peces	16
3. Anfibios	17
4. Reptiles	17
5. Aves	18
6. Mamíferos	19
7. Invertebrados	20

1. INTRODUCCIÓN

La zona de estudio tiene una fauna relativamente variada. Hay presente una especie amenazada: el alimoche (*Neophron percnopterus*). También se encuentran otras especies que cabe destacar, aunque no se encuentran amenazadas.

A continuación se muestra un listado de las especies que se pueden encontrar en la zona, ya sea estacionalmente o permanentemente. Estos datos se han obtenido a partir de distintas fuentes que recogen la fauna de la comarca de “El Bierzo”.

También se indica el estado de conservación en que se haya cada especie según la UICN. Las categorías que establece este organismo y su simbología se indican a continuación:

- Extinta (EX): Taxón no localizado con certeza en estado silvestre en los últimos 50 años.
- Extinta en estado silvestre (EW): Taxón cuyos únicos miembros vivos están mantenidos en cautiverio.
- En peligro crítico de extinción (CR): Taxón que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
- En peligro de extinción (EN): Taxón cuyos miembros vivos están en peligro de desaparecer.
- Vulnerable (VU): Taxón que presenta una alta probabilidad de convertirse en "especie en peligro de extinción"
- Casi amenazada (NT): Taxón que no satisface los criterios de las categorías vulnerable, en peligro o en peligro crítico, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo
- Preocupación menor (LC): no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado.

2. PECES

FAM. CYPRINIDAE

<i>Achondrostoma arccasii</i> (VU)	Bermejuela
<i>Pseudochondrostoma nuriense</i> (LC)	Boga del Duero
<i>Squalius carolitertii</i> (LC)	Bordallo

FAM. SALMONIDAE

<i>Salmo trutta</i> (LC)	Trucha común
--------------------------	--------------

3. ANFIBIOS

FAM. BUFONIDAE

<i>Bufo bufo</i> (LC)	Sapo común
<i>Bufo calamita</i> (LC)	Sapo corredor

FAM. DISCOGLOSSIDAE

<i>Alytes obstetricans</i> (LC)	Sapo partero común
<i>Discoglossus galganoi</i> (LC)	Sapillo pintojo

FAM. HYLIDAE

<i>Hyla arborea</i> (LC)	Ranita de San Antonio
--------------------------	-----------------------

FAM. RANIDAE

<i>Rana iberica</i> (NT)	Rana patilarga
<i>Rana perezi</i> (LC)	Rana común
<i>Rana temporaria</i> (LC)	Rana bermeja

FAM. SALAMANDRIDAE

<i>Salamandra salamandra</i> (LC)	Salamandra común
<i>Triturus helveticus</i> (LC)	Tritón palmeado
<i>Triturus marmoratus</i> (LC)	Tritón jaspeado

4. REPTILES

FAM. COLUBRIDAE

<i>Coronella austriaca</i> (LC)	Culebra lisa europea
<i>Coronella girondica</i> (LC)	Culebra lisa meridional
<i>Malpolon monspessulanus</i> (LC)	Culebra bastarda
<i>Natrix maura</i> (LC)	Culebra viperina
<i>Rhinechis scalaris</i> (LC)	Culebra de escalera

FAM. LACERTIDAE

<i>Lacerta lepida</i> (NT)	Lagarto ocelado
<i>Lacerta monticola</i> (VU)	Lagartija serrana
<i>Lacerta schreiberi</i> (NT)	Lagarto verdinegro
<i>Podarcis bocagei</i> (LC)	Lagartija de Bocaje
<i>Podarcis hispanica</i> (LC)	Lagartija ibérica
<i>Podarcis muralis</i> (LC)	Lagartija roquera

FAM. SCINCIDAE

<i>Chalcides striatus</i> (LC)	Eslizón tridáctilo
--------------------------------	--------------------

FAM. VIPERIDAE

<i>Vipera seoanei</i> (LC)	Víbora de Seoane
----------------------------	------------------

5. AVES

FAM. FRINGILLIDAE

<i>Carduelis carduelis</i> (LC)	Jilguero
---------------------------------	----------

FAM. ACCIPITRIDAE

<i>Accipiter gentilis</i> (LC)	Azor común
<i>Accipiter nisus</i> (LC)	Gavilán
<i>Buteo buteo</i> (LC)	Ratonero
<i>Circaetus gallicus</i> (LC)	Águila culebrera
<i>Circus cyaneus</i> (LC)	Aguilucho pálido
<i>Neophron percnopterus</i> (EN)	Alimoche

FAM. CINCLIDAE

<i>Cinclus cinclus</i> (LC)	Mirlo acuático europeo
-----------------------------	------------------------

FAM. COLUMBIDAE

Columba palumbus (LC) Paloma torcaz

FAM. CORVIDAE

Corvus corax (LC) Cuervo

Garrulus glandarius (LC) Arrendajo

Pica pica (LC) Urraca

Pyrrhocorax graculus (LC) Chova piquigualda

FAM. FASIANIDAE

Alectoris rufa (LC) Perdiz roja

Perdix perdix (LC) Perdiz pardilla

FAM. PICIDAE

Picus viridis (LC) Pito real

6. MAMIFEROS

FAM. CANIDAE

Canis lupus signatus (NT) Lobo ibérico

Vulpes vulpes (LC) Zorro rojo

FAM. CERVIDAE

Capreolus capreolus (LC) Corzo

Cervus elaphus (LC) Ciervo

FAM. FELIDAE

Felis silvestris (LC) Gato montes

FAM. MUSTELIDAE

Meles Meles (LC) Tejon

Lutra lutra (NT) Nutria

Mustela nivalis (LC) Comadreja

Martes foina (LC) Garduña

Martes martes Marta

Mustela erminea (LC) Armiño

FAM. SCIURIDAE

Sciurus vulgaris (LC) Ardilla

FAM. SUIDAE

Sus scrofa (LC) Jabalí

7. INVERTEBRADOS

Existen una gran variedad de invertebrados en la zona, especialmente insectos. En este documento se recogen los Órdenes con mayor representación y algunas de las especies mas destacadas.

ORDEN COLEOPTERA

Dorcus parallelipipedus

Lampyris noctiluca

Lucanus cervus

Oryctes nasicornis

Saperda carcharias

ORDEN DERMAPTERA

ORDEN DYCTIOPTERA

ORDEN EPHEMEROPTERA

ORDEN HEMIPTERA

ORDEN LEPIDOPTERA

Aglais urticae

Inachis io

Iphiclides podalirius

Melanargia occitanica

Papilio machaon

Parnassius apollo

Vanessa cardui

ORDEN ODONATA

ORDEN ORTOPTERA

ORDEN PLECOPTERA

ORDEN TRICOPTERA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 6: Estudio socioeconómico

ÍNDICE ANEJO 6

1. Localización	22
2. Comunicaciones	22
3. Demografía	23
4. Economía	24
5. Infraestructuras	24
6. Recursos agrícolas y ganaderos	26
7. Sector forestal	26

1. LOCALIZACIÓN

El municipio de Trabadelo esta localizado en la provincia de León, a 145 km de la capital. El término municipal de Trabadelo es uno de los que componen la comarca del Bierzo, situándose en el área oeste de la provincia.

Ocupa una extensión de 65 km², su población representa el 0'37% del total de los habitantes del partido judicial de Ponferrada al que pertenece, y un 2'17% de su superficie, siendo su densidad de 7'63 habitantes/ km².

Dicho partido judicial consta de 37 municipios con un total de 133.454 habitantes y una superficie de 2.997 km².

En el término municipal de Trabadelo encontramos 10 núcleos urbanos cuya situación geográfica es la que se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Localización de los núcleos urbanos de Trabadelo.

Núcleos urbanos	Latitud Norte	Long. Oeste	Altitud (m)
Trabadelo	42° 39' 2"	6° 52' 48"	590
Moral de Valcarce	42° 36' 28'	6° 53' 42"	955
Parada de Soto	42° 37' 47"	6° 52' 59"	815
Paradela	42° 39' 59"	6° 52' 49"	670
Pereje	42° 37' 38"	6° 50' 34"	550
Pradela	42° 39' 44"	6° 51' 47"	950
San Fiz do Seo	42° 38' 28"	6° 54' 58"	710
Sotelo	42° 40' 38"	6° 50' 6"	975
Sotoparda	42° 37' 36"	6° 53' 44"	815
Villar de Corrales	42° 37' 6"	6° 54' 31"	1.010

Limita con los siguientes términos municipales:

- Al Noroeste: Balboa
- Al Noreste: Villafranca del Bierzo
- Al Este: Villafranca del Bierzo
- Al Sur: Corullón
- Al Oeste: Barjas, Vega de Valcarce

2. COMUNICACIONES

Existen varias vías de comunicación en el término municipal:

Nacionales

- Carretera N-VI.
- Autovía A-6.

Autonómicas y provinciales

- Carretera de Trabadelo a Barjas.
- Carretera de Trabadelo a Villar de Corrales.
- Carretera de Trabadelo a Moral de Valcarce.
- Carretera de Trabadelo a Parada Seca.

3. DEMOGRAFÍA

En la Tabla 8 se pueden observar los datos de la evolución de la población entre los años 1994 y 2007. Estos datos han sido obtenidos del documento “Normas urbanísticas municipales de Trabadelo”.

Tabla 8. Evolución de la población del término de Trabadelo en el período 1994-2007.

AÑO	POBLACION		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1994	381	341	722
1995	379	336	715
1996	330	303	633
1998	322	284	606
1999	303	280	583
2000	296	269	565
2001	287	259	546
2002	272	248	520
2003	260	242	502
2004	276	247	523
2005	277	246	523
2006	272	237	509
2007	---	---	496

La población en los distintos núcleos de población, en 2006, era la que se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Población del término de Trabadelo por núcleos urbanos en 2006.

Núcleo de población	Habitantes
Trabadelo	134
Moral de Valcarce	44
Parada de Soto	36
Paradela	0
Pereje	45
Pradela	105
San Fiz do Seo	38
Sotelo	42
Sotoparda	48
Villar de Corrales	17

Al igual que el resto de las áreas rurales, la comarca de El Bierzo ha sufrido una crisis demográfica que se manifiesta en la decadencia de muchos de sus pueblos y en la emigración y envejecimiento de su población como rasgos más evidentes.

La evolución de la población del término municipal de Trabadelo sigue una tendencia similar a la de la mayoría de los pueblos de la zona.

Durante la primera mitad del siglo XX la población se mantuvo más o menos estable. A partir de 1940 se produce una destacable regresión, debido al flujo migratorio rural hacia áreas industriales. Esta tendencia decreciente es especialmente significativa en la década de los 70 y los 80, suavizándose en los últimos años.

Las causas de la emigración son múltiples: la posibilidad de mejorar el nivel de vida, la escasez de oportunidades profesionales en los núcleos rurales, la influencia de los que ya habían partido así como del sistema educativo y de los medios de comunicación, etc. Así, la población de 2001 era tan solo el 25'16% de la que existía en 1940.

De este modo, la pirámide de población municipal es una pirámide invertida, con un alto número de habitantes de edad avanzada, y escasez de población joven.

4. ECONOMÍA

A continuación se muestran las principales actividades económicas del municipio y el porcentaje de población trabajadora que ocupa a cada una de ellas (datos de 2007).

- Sector servicios: 57'4%
- Agricultura: 25'5%
- Industria: 17%

El sector de la construcción es nulo en el municipio.

Como se observa, el principal sector de actividad es el sector servicios que ocupa a más de la mitad de la población. Esto se debe principalmente a la actividad turística de la zona, fomentada por el Camino de Santiago que atraviesa en núcleo urbano de Trabadelo.

5. INFRAESTRUCTURAS

En este apartado se analizan los servicios públicos tales como abastecimiento de agua, alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, red viaria y pavimentación con objeto de determinar sus condiciones y de servicio y el área del suelo urbano que sirven. También se indica el equipamiento comunitario y el núcleo urbano en el que se encuentran.

Abastecimiento y distribución de agua

A excepción de Paradela, todos los núcleos urbanos del término municipal cuentan con su propio depósito de agua.

Alcantarillado

La red es unitaria, mediante colectores generales a los que desembocan las alcantarillas que llevan las aguas de los ramales. El núcleo de Paradela no cuenta con servicio de alcantarillado. En el resto de los núcleos, la práctica totalidad de las viviendas se encuentran conectadas a este servicio.

Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica se realiza a través de red de media tensión, que conecta con los centros de transformación existentes en cada núcleo, situados en:

- Trabadelo: dos, en calle Viela y en calle Camino de Santiago.

- Moral de Valcarce: junto a la iglesia de San Antonio y San Lorenzo.
- Parada de Soto: calle principal.
- Paradela: al sureste del núcleo urbano.
- Pereje: al norte del núcleo urbano.
- Pradela: al este del núcleo urbano, próximo a la calle Calella.
- San Fiz do Seo: al noreste del núcleo urbano.
- Sotelo: junto a la iglesia.
- Sotoparda: calle principal, próximo a la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción.
- Villar de Corrales: al Sureste del núcleo urbano.

De aquí se deriva a una tensión de 220/380 V en tendido de red aéreo sobre postes de hormigón o anclado a las fachadas de las edificaciones.

La red de energía eléctrica cubre prácticamente la totalidad de las edificaciones con tendido aéreo, a base de postes y transformadores.

Alumbrado publico

El alumbrado publico esta compuesto por luminarias de brazo, en algunos casos sobre el poste que sirve al tendido aéreo y en otros casos directamente sobre las fachadas de las viviendas y los edificios. Cubre la práctica totalidad de los núcleos.

Red viaria y pavimentación

La red viaria se encuentra pavimentada en su mayor parte, quedando sin pavimentar algunas pequeñas calles en áreas de borde así como la totalidad del núcleo urbano de Paradela.

El material empleado en la pavimentación es el hormigón, salvo en el caso de las travesías, donde se emplea el asfalto.

Equipamiento comunitario

- Ayuntamiento (Trabadelo)
- Junta vecinal (Pereje)
- Consultorio médico (Trabadelo)
- Farmacia (Trabadelo)
- Colegio (Pradela)
- Asociación cultural San Pelagio (San Fiz do Seo)
- 4 establecimientos comerciales.
- 8 establecimientos de comercio al por mayor.
- 3 establecimientos hosteleros.
- Albergue de peregrinos (Trabadelo)
- Polideportivo (Trabadelo)
- Instalaciones deportivas (Trabadelo)

6. RECURSOS AGRICOLAS Y GANADEROS

Según se desprende del Censo Agrario de 1999, el termino municipal de Trabadelo tiene un total de 476 ha de superficie agrícola utilizada, que comprende las tierras labradas y las tierras para pastos permanentes lo que representa el 7'32% de la extensión territorial del mismo.

La superficie agrícola labrada se reduce a 146 ha. Está mayoritariamente destinada al cultivo de herbáceos, incluyendo barbechos y huertos familiares.

Bajo el epígrafe de "otras tierras" encontramos 3.934 ha. Son superficies que siendo agrícolas no han sido utilizadas por razones económicas, sociales u otras de análogas características. Estas superficies pueden ser utilizadas de nuevo con medios normalmente disponibles en la explotación.

También se incluyen las superficies que sin ser utilizadas directamente para la producción vegetal, son necesarias para la explotación, como el suelo ocupado por las construcciones, cuadras, eras y las superficies que no son aptas para la producción agrícola, es decir, aquellas superficies que no pueden ponerse en cultivo si no es mediante la ayuda de unos medios muy poderosos que no se encuentran normalmente en la explotación, como es el caso de los baldíos o las canteras.

Las explotaciones agrarias en general de pequeño tamaño encontrándose 166 con menos de 5 ha, 34 entre 5 y 10 ha, y 14 mayores de 10 ha.

Si analizamos la cabaña ganadera es claro el predominio de la cabaña bovina con 149 unidades, siguiéndole la cabaña porcina con 79 unidades y la equina con 59.

7. SECTOR FORESTAL

En el termino municipal se encuentra una superficie forestal importante, en el se encuentran 13 montes de utilidad pública, 6 montes consorciados y 14 montes de libre disposición. Sin embargo la superficie forestal arbolada es escasa encontrándose 364 ha ocupadas por coníferas (pino silvestre, pino laricio y pino negral) y 122'6 ha de frondosas (quejigo, roble y castaño). La superficie forestal no arbolada es mucho mayor encontrándose 2.805'8 ha de matorral y 1316'1 ha de matorral asociado con pastizal. La superficie ocupada por prados naturales es de 763'3 ha.

Los aprovechamientos forestales son escasos destacando principalmente el uso de los pastos para el ganado. Este aprovechamiento se realiza generalmente "a diente".

En cuanto a la extracción de madera, únicamente tiene cierta relevancia el aprovechamiento de las choperas que se encuentran en las vegas fluviales. En el resto de zonas arboladas no se suele realizar ningún aprovechamiento, en parte por la poca superficie existente y por otro lado por la orografía del terreno que complica la extracción.

El aprovechamiento de leñas si que tiene cierta importancia en el término municipal. Este aprovechamiento es llevado a cabo por los vecinos para uso personal y constituye el único tratamiento selvícola que se aplica en los montes.

Durante el otoño, también se realiza el aprovechamiento de castañas y de hongos silvestres por parte de los vecinos de la zona.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 7: Estudio hidrológico

ÍNDICE ANEJO 7

1. Introducción	28
2. Calculo hidrológico	28
2.1. Estimación de la precipitación máxima diaria	28
2.2. Estimación de la intensidad media de lluvia del aguacero de cálculo	29
2.3. Cálculo del coeficiente de escorrentía	31
2.4. Caudal generado en cada cuenca vertiente	33
2.5. Caudal generado fuera de las cuencas	34
3. Diseño de las obras de drenaje	35
3.1. Introducción	35
3.2. Diseño de la cuneta	35
3.2. Diseño de los caños de drenaje	37

1. INTRODUCCIÓN

La zona por la que transcurre la vía pertenece a la cuenca hidrográfica del río Miño. Concretamente, el trazado de la vía es paralelo a un río de pequeño caudal conocido como “Rego de Paradela”. Este desemboca en el río Valcarce que es afluente del río Burbia, afluente del Sil que desemboca finalmente en el río Miño.

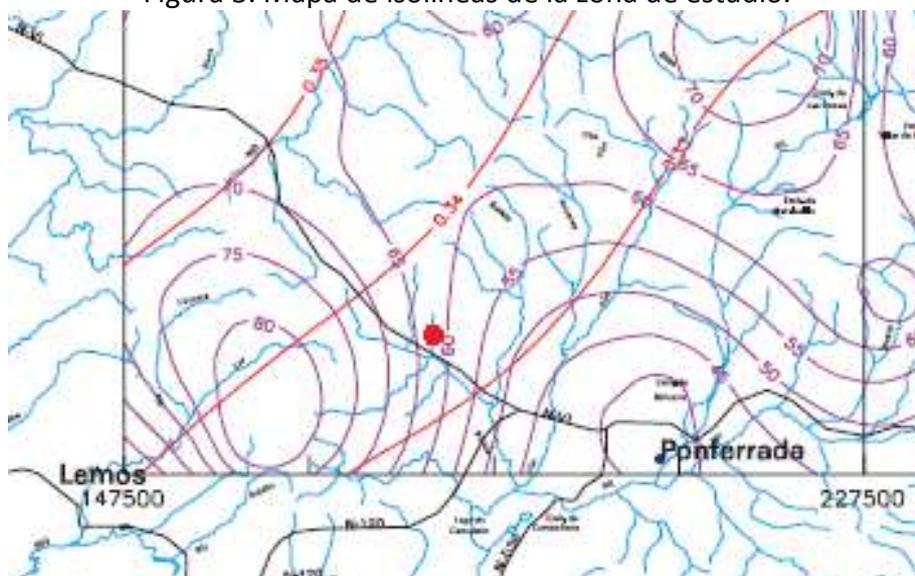
El estudio hidrológico es necesario para realizar el dimensionado de las obras de drenaje de la vía, especialmente en una zona lluviosa y con fuertes pendientes como es esta.

2. CALCULO HIDROLÓGICO

2.1 Estimación de la precipitación máxima diaria

La estimación de la precipitación máxima diaria se realiza a partir de la publicación del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”. En la Figura 3 se puede observar este mapa en la zona donde se va a construir la vía (señalada con un punto rojo).

Figura 3. Mapa de isolinias de la zona de estudio.



En primer lugar, observamos la precipitación media de la zona se encuentra entre las isolinias de 60 y 65 mm/día. En este caso se utilizará una precipitación media (\bar{P}) de 62,5 mm/día. En segundo lugar es necesario conocer el coeficiente de variación (C_v) que viene determinado por las isolinias rojas, en este caso entre 0,33 y 0,34. Por tanto se utilizará un coeficiente de variación de 0,335.

Al tratarse de una vía secundaria, con baja intensidad de tráfico, utilizaremos un periodo de retorno (T) de tan solo 10 años. A partir de la tabla disponible en el mapa anterior se calcula K_T , conocido como factor de amplificación, mediante interpolación, tal como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Factor de amplificación de la zona de estudio.

Cv	K_T (T=10)
0'33	1'415
0'34	1'423
0'335	1'419

El factor de amplificación es de 1'419. Multiplicando este factor por la precipitación media se obtiene la precipitación máxima diaria con un periodo de retorno de 10 años.

$$P_{\max,d} = K_T \cdot \bar{P} = 1'419 \cdot 62'5 = 88'69 \text{ mm}$$

2.2 Estimación de la intensidad media de lluvia del aguacero de cálculo

Para calcular la intensidad media se utiliza el documento "Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial" de la Dirección General de Carreteras.

En primer lugar es necesario conocer el tiempo de concentración, que viene determinado por la siguiente formula:

$$T_c = 0'3 \cdot \left(\frac{L}{J^{0'25}} \right)^{0'76}$$

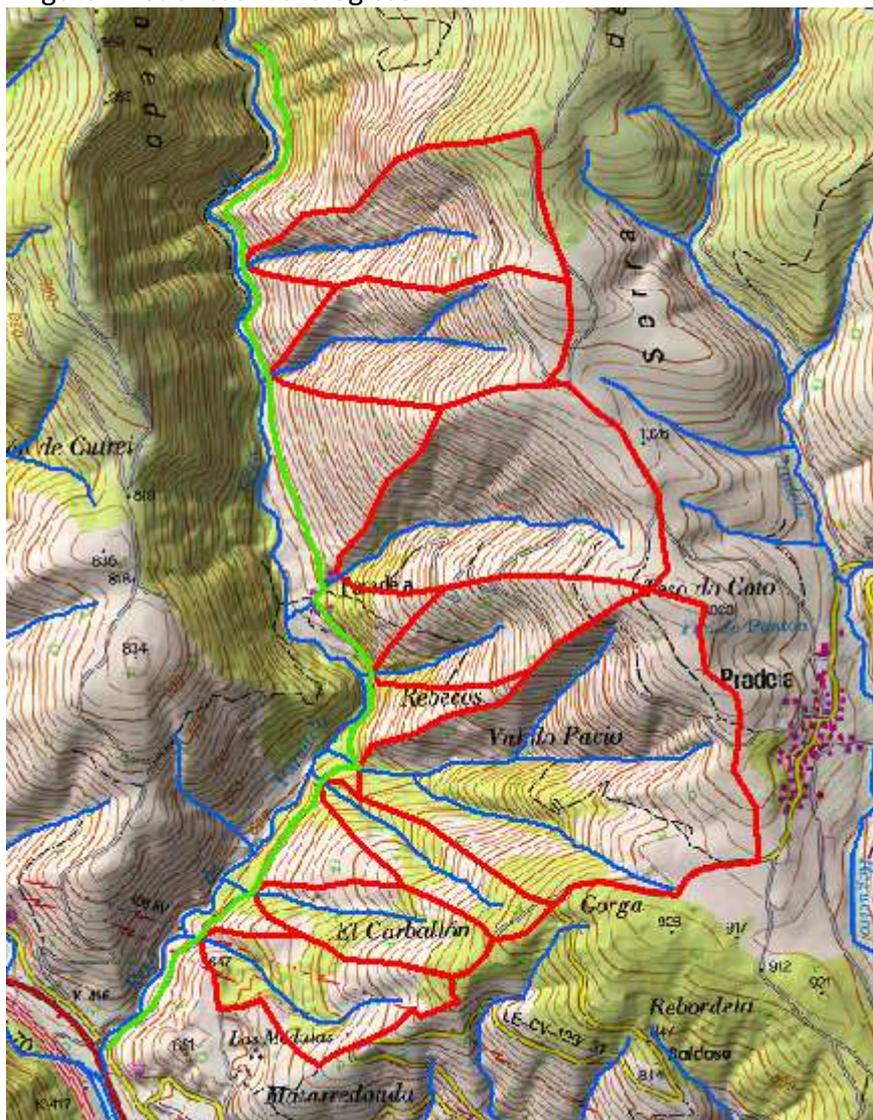
Donde:

- T_c: tiempo de concentración en horas
- L: longitud del curso principal en kilómetros
- J: pendiente media del curso principal en tanto por uno

Este tiempo de concentración se calculará para cada uno de los arroyos que cruzan la vía, 8 en total.

En la Figura 4 se observan las cuencas de cada uno de los arroyos (en rojo) y el trazado de la vía (en verde).

Figura 4. Cuencas hidrológicas.



En la Tabla 11 se enumeran los arroyos de Sur a Norte, empezando por el más cercano al inicio de la vía (situado al sur), el punto kilométrico en el que cruzan la vía, su longitud, pendiente media y el tiempo de concentración calculado para cada uno.

Tabla 11. Tiempo de concentración de cada arroyo.

Arroyo	P.K.	L (km)	J (m/m)	Tc (h)
1	416'4	0'886	0'248	0'36
2	650'5	0'709	0'338	0'28
3	1.017'5	0'698	0'365	0'28
4	1.154	1'051	0'324	0'39
5	1440	0'693	0'512	0'26
6	1760	0'987	0'355	0'36
7	2408	0'782	0'473	0'29
8	2760	0'721	0'485	0'27

Una vez conocido el tiempo de concentración se puede proceder a calcular la intensidad media del aguacero a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{I}{I_d} = K \frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$$

Donde:

- I: Intensidad media de lluvia del aguacero de cálculo
- I_d: Intensidad media diaria para el periodo de retorno T
- K: coeficiente corrector del umbral de escorrentía

La intensidad media diaria para el periodo de retorno de 10 años es:

$$I_d = P_{\max,d}/24 = 88'69/24 = 3'69 \text{ mm/h}$$

El coeficiente K se obtiene a partir del mapa de isoclinas correspondiente, presente en el documento citado anteriormente. En este caso K tiene un valor de 1'9.

Con estos datos se procede a calcular la intensidad media para cada uno de los arroyos. En la Tabla 12 se muestran los resultados.

Tabla 12. Intensidad media de cada arroyo.

Arroyo	T _c (h)	I (mm/h)
1	0'36	8'20
2	0'28	8'51
3	0'28	8'51
4	0'39	8'11
5	0'26	8'60
6	0'36	8'20
7	0'29	8'47
8	0'27	8'56

2.3 Calculo del coeficiente de escorrentía

Para calcular el caudal que puede llegar a circular por cada uno de los arroyos es necesario calcular el coeficiente de escorrentía. Este coeficiente se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$C = \frac{(P_{\max,d} - \bar{P}_0) \cdot (P_{\max,d} + 23\bar{P}_0)}{(P_{\max,d} + 11\bar{P}_0)^2} \quad \text{siendo } 0 < C < 1$$

P₀ es el umbral de escorrentía. Este valor depende de la pendiente, la cobertura vegetal del suelo y del tipo de suelo, y se obtiene a partir de las tablas establecidas por el documento "Instrucción de drenaje superficial 5.2-IC". En la Tabla 13 se muestran los valores correspondientes para la zona de estudio. Los usos del suelo han sido determinados a partir de la ortofoto más actual disponible y las superficies se han medido con el software ArcGIS.

Tabla 13. Características hidrológicas de cada cuenca.

Arroyo	Uso del suelo	Pendiente	Características hidrológicas	Superficie	Grupo de suelo	P ₀
1	Masas forestales	≥3%	Espera	9'31 ha	B	47
	Praderas	≥3%	Media	3'93 ha		23
	Barbecho	≥3%	R	0'83 ha		8
2	Masas forestales	≥3%	Espera	6'50 ha	B	47
			Media	1'70 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	2'97 ha		23
3	Masas forestales	≥3%	Espera	7'23 ha	B	47
	Praderas	≥3%	Media	2'81 ha		23
4	Masas forestales	≥3%	Espera	2'70 ha	B	47
			Media	13'11 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	40'59 ha		23
			Pobre	2'50 ha		14
	Barbecho	<3%	Pobre	0'06 ha		25
		≥3%	N	2'07 ha		11
		<3%	N	0'14 ha		14
5	Masas forestales	≥3%	Espera	1'87 ha	B	47
			Media	5'04 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	8'10 ha		23
6	Masas forestales	≥3%	Espera	2'18 ha	B	47
			Media	11'68 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	11'95 ha	B	23
			Pobre	10'7 ha		14
			Pobre	0'38 ha		14
7	Masas forestales	≥3%	Espera	2'84 ha	B	47
			Media	10'93 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	9'13 ha		23
8	Masas forestales	≥3%	Espera	4'59 ha	B	47
			Media	12'31 ha		34
	Praderas	≥3%	Media	8'23 ha		23

Una vez conocido el umbral de escorrentía para cada uno de los usos del suelo y su superficie, se calcula un umbral de escorrentía medio para cada cuenca como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Umbral de escorrentía de cada arroyo.

Arroyo	Umbral de escorrentía medio (P ₀)
1	40'00
2	39'64
3	40'28
4	25'62
5	29'68
6	18'96
7	31'23
8	32'77

A partir de estos umbrales de escorrentía medios ya se puede calcular el coeficiente de escorrentía de cada una de las cuencas mediante la expresión matemática mencionada anteriormente, tal y como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Coeficiente de escorrentía de cada arroyo.

Arroyo	Coeficiente de escorrentía (C)
1	0'176
2	0'178
3	0'174
4	0'311
5	0'264
6	0'414
7	0'248
8	0'233

2.4 Caudal generado en cada cuenca vertiente

Una vez obtenidos todos los datos necesarios, se puede calcular el caudal que circulará por cada uno de los arroyos para un tiempo de retorno de 10 años. Este caudal se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot S}{3}$$

Siendo:

- C: coef. de escorrentía
- S: Superficie de la cuenca
- I: máxima intensidad de lluvia para un intervalo de duración igual al tiempo de concentración con el mismo periodo de retorno

Los resultados se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Caudal generado en cada cuenca.

Arroyo	C	I (mm/h)	S (m ²)	Q (l/s)
1	0'176	8'20	140.700	18'80
2	0'178	8'51	111.700	15'67
3	0'174	8'51	100.400	13'76
4	0'311	8'11	611.700	142'85
5	0'264	8'60	150.100	31'55
6	0'414	8'20	368.900	115'96
7	0'248	8'47	229.000	44'54
8	0'233	8'56	251.300	46'41

A partir de estos datos se realizará el dimensionado de los caños que se colocarán debajo del firme de la vía para desaguar el caudal.

2.5 Caudal generado fuera de las cuencas

Hay que tener en cuenta que existen pequeñas superficies que vierten agua a la vía y que no están incluidas dentro de ninguna de las cuencas de los arroyos. Estas superficies son en su mayoría más pequeñas que las cuencas de los arroyos y tienen la ventaja de que vierten agua a lo largo de un tramo de vía y no en un único punto como hacen los arroyos.

Para realizar el cálculo se seguirá el procedimiento anterior, tomando los siguientes valores:

Coeficiente de escorrentía (C)

Ya que el tipo y características de la vegetación y usos del suelo a lo largo de la vía son similares, en este caso no se calcularán nuevos coeficientes de escorrentía sino que se usarán los calculados anteriormente. Como margen de seguridad, se tomará el coeficiente de escorrentía más alto de los calculados anteriormente, es decir, 0'414.

La intensidad (I)

Se tomará la más alta de las calculadas anteriormente: 8'60 mm/h

En la Tabla 17 se muestra el caudal generado en estas superficies, indicando los tramos por puntos kilométricos.

Tabla 17. Caudal generado fuera de las cuencas.

PK.Inicial	P.K.final	C	I (mm/h)	S (m ²)	Q (l/s)
0	418	0'414	8'60	88.325	29'12
418	645	0'414	8'60	16.150	5'32
645	1012	0'414	8'60	56.729	18'70
1012	1147	0'414	8'60	4.464	1'47
1147	1438	0'414	8'60	51.023	16'82
1438	1750	0'414	8'60	43.663	14'39
1750	2401	0'414	8'60	147.629	48'67
2401	2751	0'414	8'60	41.579	13'71
2751	3576	0'414	8'60	501.285	165'26

Estos caudales son muy pequeños, resultando en todos los casos en menos de 1 litro por metro lineal de vía.

2 DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

2.1 Introducción

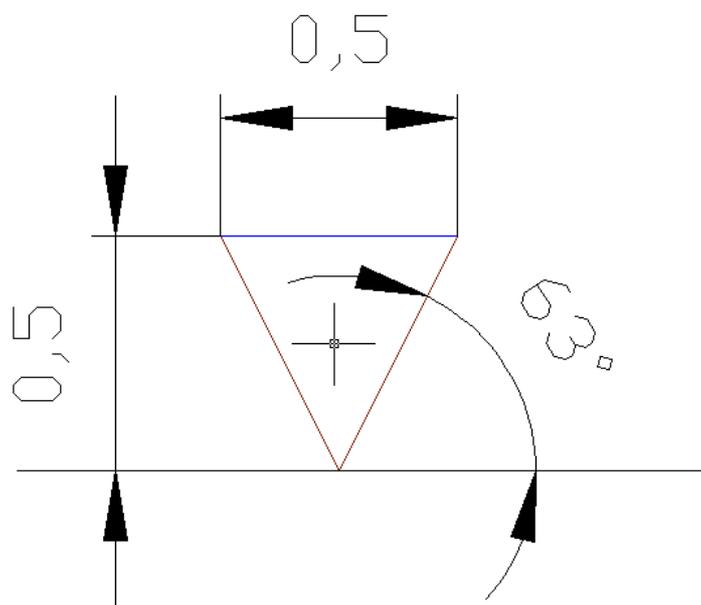
Una vez obtenidos los caudales que vierten sobre la vía en cada punto, se pueden diseñar las obras de drenaje:

- Cuneta: sirve para recoger el agua de escorrentía que se vierte sobre la vía. Se construye únicamente en el pie de los taludes de desmote y tendrá las mismas dimensiones a lo largo de toda la vía. Para garantizar el drenaje, es necesario que la cuneta tenga cierta pendiente por lo que en toda la vía no existe ningún tramo con pendiente del 0%.
- Caños: son tuberías colocadas por debajo del firme de la vía, y transversalmente a su eje. Se instalarán en aquellos puntos de la vía que son atravesados por un arroyo.

2.2 Diseño de la cuneta

En principio, se ha diseñado la cuneta con forma triangular, 0'5 metros de ancho y 0'5 metros de profundidad, y excavada en tierra sin ningún revestimiento. Sus dimensiones se representan en la Figura 5.

Figura 5. Dimensiones de la cuneta.



Para calcular si su capacidad de desagüe es suficiente, se aplica la fórmula de Manning, tomando los siguientes valores:

Coefficiente de rugosidad de Manning (n)

Se ha tomado un valor de 0'027 que corresponde a un canal excavado en tierra con vegetación herbácea.

Radio hidráulico (Rh) y área (A)

Se ha calculado a partir de las dimensiones mencionadas anteriormente.

Pendiente (S)

Una vez obtenido el perfil longitudinal de la vía, se ha escogido el tramo con menor pendiente, 0'63%. Al ser esta la pendiente mas baja, es el tramo que menor caudal será capaz de transportar y por tanto, el valor mas desfavorable.

Con estos valores se ha aplicado la formula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S} \cdot A$$

Donde:

- Q es el caudal que transporta
- n es el coeficiente de Manning
- Rh es el radio hidráulico (m)
- S es la pendiente (m/m)
- A es el area (m²)

El resultado obtenido es:

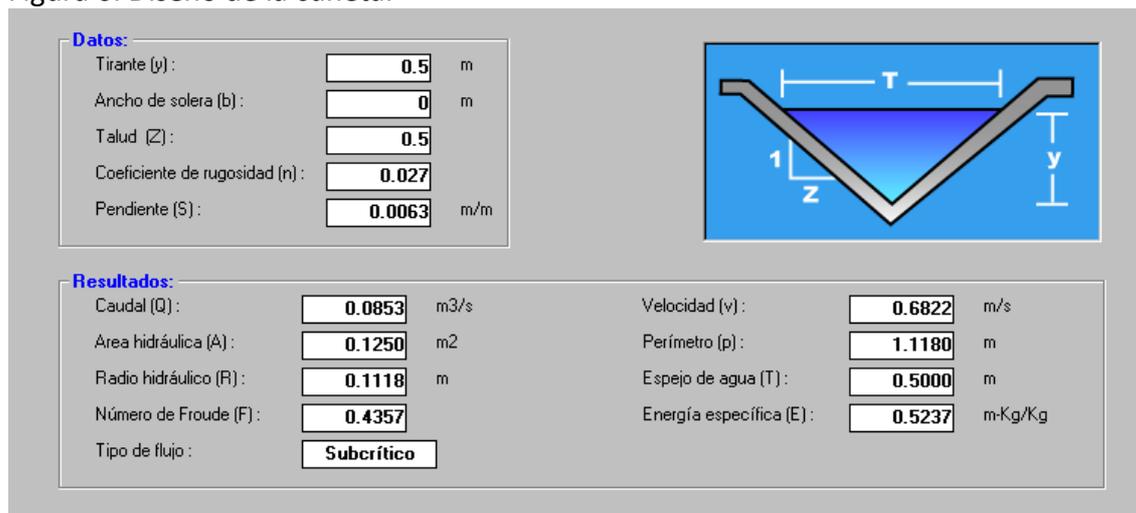
$$Q = \frac{1}{0'027} \cdot 0'112^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0'0063} \cdot 0'125$$

Q= 0'085 m³/s= 85 l/s

El caudal que puede transportar la cuneta, con una pendiente de 0'63% es de 85 litros por segundo.

También se ha utilizado el programa HCANALES para realizar el mismo cálculo obteniéndose el mismo resultado, como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6. Diseño de la cuneta.



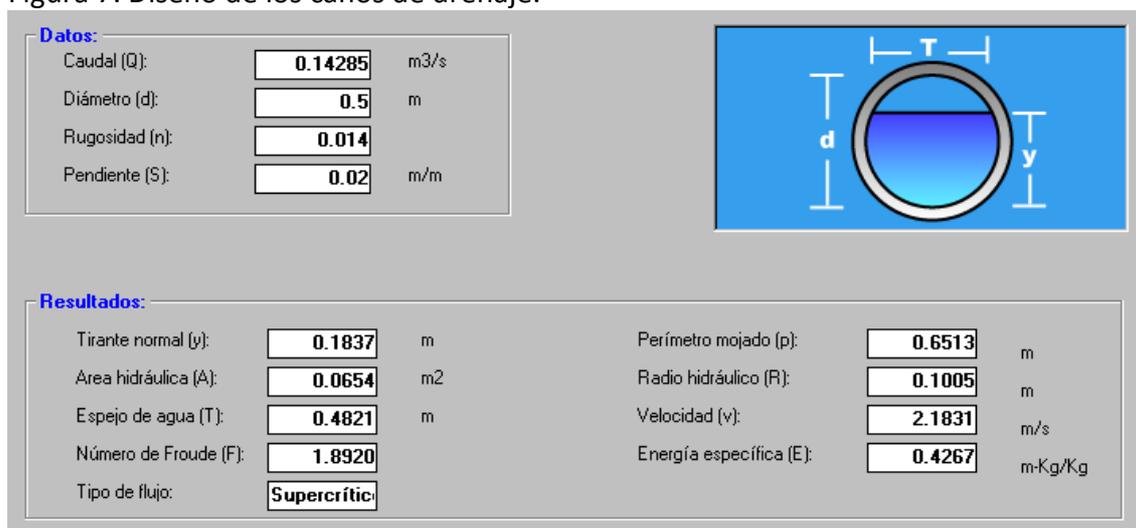
Teniendo en cuenta que las pendientes de la vía se encuentran entre 0'63% y 15'95%, los caudales que puede transportar la cuneta serán mayores, por lo que este diseño de cuneta se considera adecuado, en cuanto al caudal a transportar.

2.3 Diseño de los caños de drenaje

Los caños de drenaje se colocan transversalmente a la vía, por debajo del firme, y se colocarán con una pendiente del 2%. Estos serán prefabricados, hechos de hormigón.

En cuanto al diámetro necesario, se calcula a partir de los caudales obtenidos anteriormente. El diámetro de los caños será el mismo en todos los puntos de la vía, por lo que el cálculo se realizará a partir del caudal mayor: 142'85 l/s. Para evitar la obstrucción de las tuberías, no es recomendable utilizar diámetros inferiores a 50 cm. Por lo tanto se calculará si este diámetro mínimo es suficiente para desaguar el caudal.

Figura 7. Diseño de los caños de drenaje.



Los resultados obtenidos con el programa HCANALES muestran que el diámetro de **50 cm** es suficiente para desaguar el caudal máximo. La altura que alcanza el agua en el interior de la tubería es de 18 cm, por lo que queda un margen de seguridad amplio para caudales mayores.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 8: Estabilidad de taludes

ÍNDICE ANEJO 8

1. Introducción	38
2. Método de calculo	38
3. Cálculo y resultados	40
4. Conclusiones	41

1. INTRODUCCIÓN

En la construcción de cualquier vía de comunicación en la que se realicen movimientos de tierra importantes es preciso proyectar unos taludes estables que garanticen la seguridad de los usuarios de la vía y no comprometan la circulación.

Para ello, previamente a la construcción es preciso calcular la pendiente que se le puede dar al talud garantizando su estabilidad, la cual se calcula a partir de varios parámetros relacionados con las características del suelo.

En este Proyecto, el cálculo de la estabilidad resulta muy importante ya que la vía que se va a construir transcurre totalmente a lo largo de una ladera de elevada pendiente, lo que generalmente implica que la superficie ocupada por los taludes es muy grande. Esto puede llegar a suponer un problema ya que elevaría el coste de la obra y además en ciertos puntos el talud podría llegar a invadir el cauce del río cercano.

La pendiente que se ha optado por dar a los taludes es de:

- 2'75:1 para desmonte (ángulo de 70°)
- 1'73:1 para terraplén (ángulo de 60°)

Se trata de unas inclinaciones muy elevadas, que aunque tienen la ventaja de ocupar una superficie pequeña, pueden resultar poco estables. La estabilidad de los taludes depende entre otros factores de la propia altura del talud. A continuación se calcula la altura máxima que puede tener el talud para que sea estable.

2. MÉTODO DE CÁLCULO

Para el cálculo de la estabilidad de los taludes se va a utilizar el Método de Hoek y Bray. En este método existen cinco métodos de cálculo. La diferencia entre ellos es el contenido de humedad, por lo que para garantizar la estabilidad, el cálculo se hará con el caso más desfavorable, es decir, el talud saturado ya que el peso extra del agua favorece los deslizamientos.

Los parámetros geotécnicos necesarios para realizar el cálculo se obtienen del estudio geotécnico de este proyecto (Anejo nº 3). Estos parámetros son: densidad, ángulo de rozamiento interno y cohesión.

- Densidad (γ) = 1'74 t/m³

El ángulo de rozamiento interno y la cohesión se estiman a partir de la granulometría de la zona. La granulometría que se muestra en el estudio geotécnico es:

- Gravas (10 a 2 mm) = 11'9%
- Arenas (2 a 0'08 mm) = 30'6%
- Limos y arcillas (<0'08 mm) = 57,5%

La Figura 8 muestra una tabla que relaciona la granulometría del suelo con el ángulo de rozamiento interno y la cohesión.

Figura 8. Clasificación unificada de de suelos del USCS y características principales (LÓPEZ CADENAS, 1994)

Tipo de suelo	Grupo USCS	Designación geotécnica	Granulometría Media %				P. Esp. $\gamma(t/m^3)$	Ang. R. Int. $\varphi(0)$	Cohesión $C(t/m^2)$	Max. Pen. Nat. $tg \varphi_{max}$
			Arcilla	Limo	Arena	Grava				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G R A V A	GW	Gravas limpias bien graduadas	0	2	26	72	2,00±0,25	40±5	0	1,00
	GP	Gravas limpias mal graduadas	0	2	26	72	1,90±0,30	38±6	0	0,97
	GM	Gravas limosas con pocos finos	2	8	30	60	2,10±0,25	36±4	0	0,84
	GC	Gravas arcillosas con pocos finos	3	9	23	65	2,05±0,20	34±4	0	0,78
	GU-ML	Gravas limosas con muchos finos	4	20	33	43	2,15±0,25	35±5	0	0,84
A S	GU-GC	Gravas limosas y arcillosas	6	22	30	42	2,15±0,20	33±3	0,2±0,2	0,73
	GC-GL	Gravas arcillosas con muchos finos	8	23	28	41	2,10±0,20	29±4	0,3±0,3	0,65
	GC-CH	Gravas arcillosas con elementos finos de alta plasticidad	10	23	29	38	1,95±0,20	28±4	0,4±0,4	0,62
A R E N A S	SW	Arenas limpias bien graduadas	0	2	76	22	1,95±0,20	38±5	0	0,93
	SP	Arenas limpias mal graduadas	0	2	76	22	1,85±0,25	36±6	0	0,90
	SM	Arenas limosas con pocos finos	2	9	75	14	2,00±0,25	34±3	2,0±0,7	0,75
	SC	Arenas arcillosas con pocos finos	5	7	76	12	1,95±0,20	32±4	1,1±0,6	0,72
	SU-SC	Arenas limosas y arcillosas	9	32	45	14	2,10±0,20	31±3	1,5-0,6	0,67
S	SC-CH	Arenas arcillosas con elementos finos de alta plasticidad	12	31	54	3	1,85±0,20	27±3	1,0±1,0	0,58
F I N O S	ML	Limos	6	64	29	1	1,90±0,25	33±4	0,9-	0,75
	CL-ML	Limos y limos arcillosos	12	58	26	4	2,10±0,15	30±4	1,5±1,0	0,67
	CL	Limos arcillosos	20	61	16	3	2,00±0,15	27±4	2,0±1,0	0,60
	CH	Arcilla	22	59	18	1	1,75±0,15	22±4	2,5±1,0	0,49
	OL	Limos arcillosos con mat. orgánica	8	70	21	1	1,70±0,15	25±4	1,0±0,5	0,55
	OH	Arcilla con materia orgánica	12	70	17	1	1,55±0,15	22±4	1,0±0,5	0,49
	MH	Limos especiales inorgánicos	10	65	25	0	1,55±0,15	24±6	2,0±0,9	0,58

Aunque ninguno de los casos mostrados en esta tabla coincide plenamente con la granulometría de la zona, la que más se aproxima es el tipo de suelo “Arenas limosas y arcillosas”. En realidad este tipo de suelo mostrado en la tabla contiene más arena y menos arcilla o limo que la zona de estudio con lo que, a priori, se podría tomar un valor de cohesión relativamente alto (dentro del intervalo mostrado en la tabla) ya que las partículas de pequeño tamaño tienen una cohesión mayor.

Aquí se indican los valores que se van a tomar para cada parámetro.

Cohesión (c)

El intervalo que muestra la tabla es 0'6-1'5.

En este Proyecto el valor de cohesión que se tomará es de **1'3 t/m²** tanto para el talud de desmonte como de terraplén.

Angulo de rozamiento interno (φ)

Se va a tomar el valor medio mostrado en la tabla, es decir, **31°** para ambos taludes.

Densidad del suelo saturado (γ')

Para hacer el calculo con el supuesto de “talud saturado” es necesario conocer la densidad del suelo saturado ya que solo se conoce la densidad del suelo en seco (1'74 t/m³). Este valor aumenta en función de la porosidad del terreno, la cual se desconoce, por lo que habrá que tomar valores estimados. En líneas generales, la porosidad de suelos medios se encuentra entre 40 y 55%. Los valores de porosidad que se tomarán para realizar el cálculo serán de:

- 40% para el talud de desmonte
- 50% para el talud de terraplén.

Por tanto, el valor de la densidad del suelo saturado será:

- Desmonte: $1.74 + 1.0 \cdot 4 = 2.14 \text{ t/m}^3$
- Terraplén: $1.74 + 1.0 \cdot 5 = 2.24 \text{ t/m}^3$

Factor de seguridad (FS)

Por último, es necesario definir el Factor de Seguridad. Este parámetro es un valor que representa el margen de confianza que posee el diseño efectuado, siendo el talud estable cuando FS es mayor que 1 e inestable cuando es inferior. En general para cualquier obra se toman valores de FS situados entre 1.1 y 1.5 para tener un margen de seguridad. En este proyecto el factor de seguridad que se toma será de **1.2**.

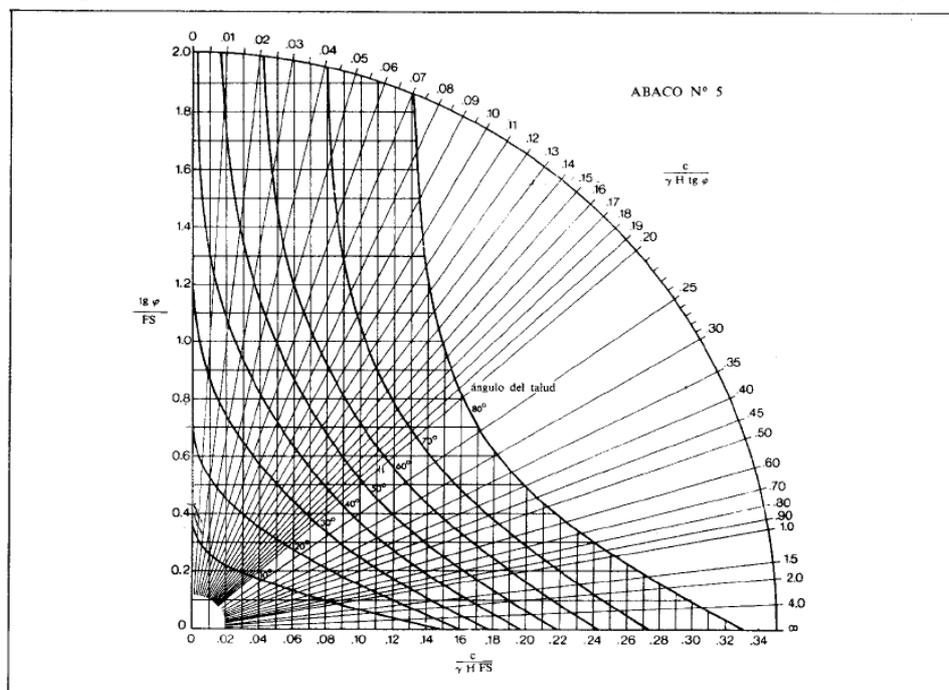
3. CÁLCULO Y RESULTADOS

En primer lugar es necesario calcular el cociente:

$$\frac{\tan \phi}{FS} = 0.5$$

Con este valor, observamos en el ábaco que se muestra en la Figura 9, el eje izquierdo y trazamos la horizontal hasta que se cruza con las líneas de 60° y 70° , y obtenemos el valor del coeficiente mostrado en el extremo superior derecho.

Figura 9. Ábaco de rotura circular, caso 5. Método de Hoek y Bray.



Como resultados se obtiene:

Talud de desmonte

A partir del siguiente cociente se despeja la altura (H) máxima que puede tener el talud de desmonte.

$$\frac{c'}{\gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg} \varphi} = 0'31 \qquad \frac{l'3}{2'14 \cdot H \cdot \operatorname{tg} 31} = 0'31$$

$$H = \frac{l'3}{2'14 \cdot 0'31 \cdot \operatorname{tg} 31} = \mathbf{3'26 \text{ m}}$$

Talud de terraplén

A partir del siguiente cociente se despeja la altura (H) máxima que puede tener el talud de terraplén.

$$\frac{c'}{\gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg} \varphi} = 0'25 \qquad \frac{l'3}{2'24 \cdot H \cdot \operatorname{tg} 31} = 0'25$$

$$H = \frac{l'3}{2'24 \cdot 0'25 \cdot \operatorname{tg} 31} = \mathbf{3'86 \text{ m}}$$

Por tanto, la altura vertical máxima que pueden tener los taludes es de 3'26 m para el desmonte y 3'86 m para el terraplén.

4. CONCLUSIONES

Dadas las abruptas pendientes que se dan en la zona, durante el diseño de la vía ha sido imposible que en todos los tramos los taludes sean inferiores a las alturas mencionadas anteriormente. De forma puntual existen zonas en las que estos taludes alcanzan alturas mayores, especialmente en terraplén donde se alcanzan más de 4 metros.

Las alturas calculadas anteriormente hacen referencia a un talud sin vegetación. Por ello, en estos taludes de alturas mayores, se procederá al extendido de tierra vegetal sobre ellos, de manera que se facilitará la colonización de especies vegetales aumentando así su estabilidad.

También hay que tener en cuenta que debido al factor de seguridad utilizado (1'2), la altura máxima real que puede alcanzar el talud es mayor que la obtenida en los cálculos, siendo el límite de altura real de 5'36 metros, de forma que se considera admisible la presencia puntual de taludes con alturas comprendidas entre 4 y 5 metros.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 9: Estudio de alternativas

ÍNDICE ANEJO 9

1. Introducción	42
2. Condicionantes impuestos por el promotor	42
3. Identificación y evaluación de las posibles alternativas	43
3.1. Localización de la traza	43
3.2. Anchura del firme	43
3.3. Pendiente de los taludes	44
3.4. Geometría de las cunetas	44
4. Elección de la alternativa a desarrollar	45
4.1. Localización de la traza	45
4.2. Anchura del firme	45
4.3. Pendiente de los taludes	45
4.4. Geometría de las cunetas	45

1. INTRODUCCIÓN

En la proyección de la vía forestal, las posibilidades en cuanto a la anchura del firme, pendientes y cunetas pueden ser relativamente amplias, pudiendo seleccionar la opción que más se ajuste a los condicionantes impuestos por el Promotor (Ayuntamiento de Trabadelo).

2. CONDICIONANTES IMPUESTOS POR EL PROMOTOR

Las restricciones impuestas por el promotor para la ampliación y restauración de la vía se indican en el Documento nº 1: Memoria.

Los objetivos de este proyecto van a estar condicionados principalmente por factores ecológicos y económicos.

Las restricciones son:

- Firme mejorado o estabilizado por distintos medios.
- Sistema de evacuación y canalización de las aguas adecuado.
- Diseño del tamaño adecuado para la circulación de turismos.
- Anchura de la plataforma de 3 metros.
- Pendiente no mayor al 15%
- Radios de curvas adaptados a la circulación de dichos vehículos.
- Señalización informativa y circulatoria.
- Transito no impedido (salvo casos excepcionales justificados).
- Taludes estabilizados.
- El coste final de la obra debe ser mínimo.
- Mínimo impacto paisajístico y medioambiental.

3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS

3.1 Localización de la traza

Para diseñar el trazado del primer tramo de la vía se ha tenido en cuenta una única alternativa que es la que ha sido fijada por el promotor (Ayuntamiento de Trabadelo).

Si bien durante el diseño de la vía se han considerado pequeñas variaciones en la traza en determinados tramos, en general el trazado definitivo corresponde con el trazado actual del camino, ya que cualquier otro trazado supondría mayores costes económicos y ecológicos.

Igualmente en el segundo tramo, a partir de Paradela, se considera una sola alternativa que sigue aproximadamente el recorrido del sendero que existe actualmente.

3.2 Anchura del firme

Se proponen dos alternativas en cuanto a la anchura del firme a lo largo de todo el recorrido.

-Ancho de 3 metros con apartaderos

-Ancho de 5 metros sin apartaderos

A continuación se evalúan las dos alternativas.

Ancho de 3 metros con apartaderos

Ventajas:

- Menor movimiento de tierras
- Impacto ambiental reducido
- Bajo coste económico

Desventajas:

- Imposible realizar adelantamientos.
- Velocidad reducida
- Menor visibilidad

Ancho de 5 metros sin apartaderos

Ventajas:

- Excelente nivel de seguridad para los usuarios: velocidad, adelantamientos, etc.

Desventajas:

- Elevado impacto ambiental
- Coste elevado

3.3 Pendiente de los taludes

Durante el diseño de la obra se han considerado varias alternativas para la pendiente de los taludes de desmote y terraplén. Dadas las fuertes pendientes que hay en la zona, pendientes suaves de los taludes implican un gran movimiento de tierras, grandes superficies ocupadas, mayor altura de talud mayor y mayor impacto visual, por lo que se ha optado por pendientes muy inclinadas. Las pendientes que se han dado son:

- Desmote: 70°
- Terraplén: 60°

El cálculo de estabilidad esta recogido en el Anejo nº 8.

3.4 Geometría de las cunetas

Las alternativas para el diseño de las cunetas son:

- Cunetas de sección triangular.
- Cunetas de sección trapezoidal

Cunetas de sección triangular

Ventajas:

- Menor coste de construcción y mantenimiento

Desventajas:

- Menor eficiencia hidráulica

Cunetas de sección trapezoidal

Ventajas:

- Mayor eficiencia hidráulica

Desventajas:

- Mayor coste de construcción y mantenimiento

4. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A DESARROLLAR

4.1 Localización de la traza

Como ya se ha dicho, en el diseño de la traza se ha considerado una sola alternativa, que es la que se representa en el Plano nº 4: Trazado en Planta.

4.2 Anchura del firme

Una vez analizadas las dos posibles alternativas para la anchura del firme, la mas adecuada es la primera opción: “Ancho de 3 metros con apartaderos”.

Esta decisión se ha tomado principalmente en base a la baja intensidad media de tráfico que se espera, considerándose innecesario aumentar el coste económico de la obra.

4.3 Pendiente de los taludes

En la pendiente de los taludes se ha optado por darles una pendiente de 70° para el desmote y 60° para el terraplén.

4.4 Geometría de las cunetas

Una vez estudiadas las alternativas en cuanto a la geometría de las cunetas, estas se realizarán de forma triangular debido a su menor coste de construcción y mantenimiento.

Se realizará una sola cuneta en los taludes de desmote de la vía. Sus dimensiones serán:

- Ancho: 50 cm
- Altura: 50 cm
- Angulo con el plano horizontal: 63°

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 10: Ingeniería del proyecto

ÍNDICE ANEJO 10

1. Ingeniería del proceso	46
1.1. Intensidad del tráfico	46
1.2. Velocidad base del proyecto	46
2. Ingeniería de las obras	47
2.1. Introducción	47
2.2. Método de trabajo	47
2.3. Datos de la alineación	48
2.4. Cálculo de la superficie ocupada	54
2.5. Cálculo del área de los taludes	55
2.6. Cálculo del volumen de tierras	56
2.7. Descripción de las obras	68
2.8. Descripción de la maquinaria a utilizar	71
3. Ingeniería de las infraestructuras	78
3.1. Sección longitudinal	78
3.2. Sección transversal	78
3.3. Obras de drenaje	80

1. INGENIERÍA DEL PROCESO

1.1 Intensidad del tráfico

Uno de los datos más importantes a tener en cuenta en el proyecto de construcción de una vía, es la intensidad media de tráfico que ha de soportar y su distribución en el tiempo.

El parámetro que se maneja con mayor frecuencia es la “intensidad media diaria” (IMD), que se define como el número de vehículos que pasa por un punto de la vía a lo largo de un año medio, dividido por 365 días.

Normalmente en las vías forestales la intensidad de tráfico es reducida. La Instrucción de Carreteras lo denomina como tráfico ligero y en su norma 6.1., admite el estudio de soluciones de firme más económicas y se adoptan las que hayan sido más satisfactorias en casos análogos. Otro aspecto importante a tener en cuenta en las vías forestales es la estacionalidad.

Por lo expuesto anteriormente y las características de la zona de estudio se prevé una IMD de la clase mas baja, de 0-15. El tipo de tráfico se estudia en función de la IMD y queda reflejado en la Tabla 18.

Tabla 18. Clasificación de vías según la IMD

Clase	IMD
A	0-15
B	15-45
C	45-150
D	150-450

En base a esta clasificación, el tráfico de la vía es de tipo A. Este dato junto con las características geotécnicas, permite calcular el espesor del firme con distintos métodos.

1.2 Velocidad base del proyecto

En este apartado se evalúa la velocidad máxima que un vehículo aislado puede mantener de forma continua, en ausencia de condicionantes climáticos o de tráfico sin comprometer la seguridad.

La velocidad base es un parámetro básico en la identificación de las características geométricas del trazado en planta, alzado y sección trasversal.

Se establece en función de los rasgos morfológicos y topográficos de la zona, de la intensidad del tráfico previsible y de los recursos económicos en la inversión. Esta ligada al tipo de firme que se tenga que adoptar.

Para obtener la velocidad base de proyecto se utilizará la clasificación de la A.A.S.H.O. que denominara a carreteras con IMD inferior a 1000 como carreteras secundarias y establece velocidades máximas y mínimas en función del tipo de terreno y del tráfico previsto. Esta clasificación se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Velocidad base (A.A.S.H.O.)

Terreno	Velocidad (km/h)	I.M.D.		
		<100	100-400	400-1000
Llano	Máxima	--	80	90
	Mínima	60	70	75
Ondulado	Máxima	--	70	75
	Mínima	45	55	60
Montañoso	Máxima	--	55	60
	Mínima	30	40	45

En nuestro caso, debido al relieve montañoso y a la I.M.D. (<100), se establecerá una velocidad máxima de 30 km/hora en todo la vía.

2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

2.1 Introducción

En el diseño de las vías forestales, los planos conforman el documento más importante, en los cuales se reflejan todas las características geométricas de la obra que comprende la totalidad del diseño de la vía. En este apartado se recogen todos los datos correspondientes a la ingeniería de la vía.

2.2 Método de trabajo

Para el diseño de los planos se han utilizado los programas informáticos AUTOCAD CIVIL3D 2012, ArcGIS 10.2.2 y QuantumGIS 2.0.1.

Los archivos digitales (obtenidos de la página Web del Instituto Geográfico Nacional) utilizados para la elaboración del proyecto son:

- Modelo Digital del Terreno (MDT). Se trata de un archivo ráster con paso de malla de 5x5 m, en el que cada celda tiene asociada una altura.
- Ortofoto de máxima actualidad
- Documentación auxiliar que recoge varios archivos shapefile con información sobre caminos, carreteras, ríos, etc.
- Archivo shapefile de puntos obtenido con QuantumGIS a partir de un archivo “.csv” con las coordenadas de los puntos tomados con GPS sobre el terreno.

Los pasos que se han seguido para trabajar con estos archivos han sido:

- Creación de una superficie en Autocad Civil 3D a partir del MDT.
- Recorte de la superficie creada limitándola a la zona de interés.
- A continuación se ha insertado la ortofoto y el archivo shapefile de puntos del GPS sobre la superficie.
- Con apoyo de la ortofoto y el shapefile de puntos se ha trazado la poligonal de la vía.

- Posteriormente se han añadido las curvas prestando especial atención al radio mas adecuado para cada una.
- Una vez obtenida la alineación se ha generado el perfil longitudinal.
- Visualizando simultáneamente el perfil longitudinal y la alineación, se ha modificado esta en ciertos puntos para suavizar las pendientes al máximo en la medida de lo posible.
- Se ha dibujado la rasante tratando de igualar los volúmenes de desmonte y terraplén lo máximo posible, y prestando especial atención a que las pendientes no superen el 15%.
- Una vez diseñado el perfil longitudinal de la rasante, se ha creado un ensamblaje (perfil transversal tipo) y se ha aplicado este a toda la alineación obteniéndose así la obra lineal.
- Al tratarse de un ramal ciego, en el extremo final se ha creado una explanación y se han calculado sus taludes correspondientes.
- A partir de aquí, mediante varias herramientas de Autocad Civil 3D, se representan los perfiles transversales, se obtienen los planos modificando el formato de la manera deseada, se obtienen datos de superficies ocupadas, volúmenes de tierra, etc.

2.3 Datos de la alineación

En esta apartado se recogen los datos correspondientes a los tramos, tanto rectas como curvas, que forman el eje principal de la vía. Estos datos son proporcionados directamente por el programa Autocad Civil 3D y se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
1	Línea	16'055	N40'900801E		0+000'00	0+016'06	X 672993'5108 Y 4724500'8617	X 673004'0230 Y 4724512'9970
2	Curva	4'979		30	0+016'06	0+021'03	X 673004'0230 Y 4724512'9970	X 673006'9562 Y 4724517'0126
3	Línea	25'34	N31'392504E		0+021'03	0+046'37	X 673006'9562 Y 4724517'0126	X 673020'1558 Y 4724538'6433
4	Curva	10'075		20	0+046'37	0+056'45	X 673020'1558 Y 4724538'6433	X 673027'3053 Y 4724545'5901
5	Línea	22'44	N60'254755E		0+056'45	0+078'89	X 673027'3053 Y 4724545'5901	X 673046'7889 Y 4724556'7238
6	Curva	3'156		40	0+078'89	0+082'05	X 673046'7889 Y 4724556'7238	X 673049'5882 Y 4724558'1801
7	Línea	36'15	N64'775745E		0+082'05	0+118'20	X 673049'5882 Y 4724558'1801	X 673082'2915 Y 4724573'5860
8	Curva	9'27		20	0+118'20	0+127'47	X 673082'2915 Y 4724573'5860	X 673089'4815 Y 4724579'3058
9	Línea	32'019	N38'218088E		0+127'47	0+159'49	X 673089'4815 Y 4724579'3058	X 673109'2905 Y 4724604'4621
10	Curva	8'162		25	0+159'49	0+167'65	X 673109'2905 Y 4724604'4621	X 673113'2133 Y 4724611'5786
11	Línea	19'664	N19'511572E		0+167'65	0+187'31	X 673113'2133 Y 4724611'5786	X 673119'7810 Y 4724630'1133
12	Curva	8'779		25	0+187'31	0+196'09	X 673119'7810 Y 4724630'1133	X 673124'0913 Y 4724637'7096
13	Línea	34'288	N39'631529E		0+196'09	0+230'38	X 673124'0913 Y 4724637'7096	X 673145'9620 Y 4724664'1171

Tabla 20 (cont.). Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
14	Curva	18'854		50	0+230'38	0+249'23	X 673145'9620 Y 4724664'1171	X 673154'9995 Y 4724680'5365
15	Línea	41'697	N18'026738E		0+249'23	0+290'93	X 673154'9995 Y 4724680'5365	X 673167'9031 Y 4724720'1869
16	Curva	6'961		50	0+290'93	0+297'89	X 673167'9031 Y 4724720'1869	X 673169'5902 Y 4724726'9342
17	Línea	24'619	N10'050331E		0+297'89	0+322'51	X 673169'5902 Y 4724726'9342	X 673173'8866 Y 4724751'1758
18	Curva	22'806		25	0+322'51	0+345'32	X 673173'8866 Y 4724751'1758	X 673186'8887 Y 4724768'9514
19	Línea	63'81	N62'317484E		0+345'32	0+409'13	X 673186'8887 Y 4724768'9514	X 673243'3952 Y 4724798'5959
20	Curva	19'818		25	0+409'13	0+428'94	X 673243'3952 Y 4724798'5959	X 673255'7014 Y 4724813'4673
21	Línea	32'055	N16'898704E		0+428'94	0+461'00	X 673255'7014 Y 4724813'4673	X 673265'0191 Y 4724844'1379
22	Curva	14'221		20	0+461'00	0+475'22	X 673265'0191 Y 4724844'1379	X 673273'4505 Y 4724855'2182
23	Línea	31'113	N57'639282E		0+475'22	0+506'33	X 673273'4505 Y 4724855'2182	X 673299'7319 Y 4724871'8716
24	Curva	5'519		50	0+506'33	0+511'85	X 673299'7319 Y 4724871'8716	X 673304'2215 Y 4724875'0768
25	Línea	77'359	N51'314784E		0+511'85	0+589'21	X 673304'2215 Y 4724875'0768	X 673364'6075 Y 4724923'4295
26	Curva	15'41		30	0+589'21	0+604'62	X 673364'6075 Y 4724923'4295	X 673378'5341 Y 4724929'6212
27	Línea	33'068	N80'745378E		0+604'62	0+637'69	X 673378'5341 Y 4724929'6212	X 673411'1712 Y 4724934'9392
28	Curva	26'23		15	0+637'69	0+663'92	X 673411'1712 Y 4724934'9392	X 673422'9034 Y 4724954'7373
29	Curva	18'596		20	0+663'92	0+682'51	X 673422'9034 Y 4724954'7373	X 673423'2955 Y 4724972'6664
30	Línea	39'741	N27'889833E		0+682'51	0+722'26	X 673423'2955 Y 4724972'6664	X 673441'8851 Y 4725007'7911
31	Curva	6'887		50	0+722'26	0+729'14	X 673441'8851 Y 4725007'7911	X 673445'5150 Y 4725013'6373
32	Línea	108'115	N35'781624E		0+729'14	0+837'26	X 673445'5150 Y 4725013'6373	X 673508'7298 Y 4725101'3461
33	Curva	7'856		40	0+837'26	0+845'11	X 673508'7298 Y 4725101'3461	X 673512'6700 Y 4725108'1283
34	Línea	37'375	N24'528345E		0+845'11	0+882'49	X 673512'6700 Y 4725108'1283	X 673528'1861 Y 4725142'1307
35	Curva	18'585		40	0+882'49	0+901'07	X 673528'1861 Y 4725142'1307	X 673539'4846 Y 4725156'6763
36	Línea	32'341	N51'149350E		0+901'07	0+933'41	X 673539'4846 Y 4725156'6763	X 673564'6711 Y 4725176'9634
37	Curva	11'857		20	0+933'41	0+945'27	X 673564'6711 Y 4725176'9634	X 673571'2326 Y 4725186'6308
38	Línea	31'368	N17'182345E		0+945'27	0+976'64	X 673571'2326 Y 4725186'6308	X 673580'4992 Y 4725216'5991
39	Curva	16'964		25	0+976'64	0+993'60	X 673580'4992 Y 4725216'5991	X 673590'4261 Y 4725229'9548

Tabla 20 (cont.). Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
40	Línea	18'306	N56'061968E		0+993'60	1+011'91	X 673590'4261 Y 4725229'9548	X 673605'6138 Y 4725240'1751
41	Curva	14'924		15	1+011'91	1+026'83	X 673605'6138 Y 4725240'1751	X 673612'2373 Y 4725252'8663
42	Línea	17'668	N0'941635W		1+026'83	1+044'50	X 673612'2373 Y 4725252'8663	X 673611'9470 Y 4725270'5323
43	Curva	14'941		15	1+044'50	1+059'44	X 673611'9470 Y 4725270'5323	X 673618'5851 Y 4725283'2332
44	Línea	27'638	N56'128919E		1+059'44	1+087'08	X 673618'5851 Y 4725283'2332	X 673641'5329 Y 4725298'6367
45	Curva	10'077		15	1+087'08	1+097'16	X 673641'5329 Y 4725298'6367	X 673651'1014 Y 4725301'1335
46	Línea	20'953	S85'378266E		1+097'16	1+118'11	X 673651'1014 Y 4725301'1335	X 673671'9860 Y 4725299'4452
47	Curva	3'457		20	1+118'11	1+121'57	X 673671'9860 Y 4725299'4452	X 673675'3906 Y 4725298'8709
48	Línea	15'692	S75'474695E		1+121'57	1+137'26	X 673675'3906 Y 4725298'8709	X 673690'5812 Y 4725294'9352
49	Curva	41'923		15	1+137'26	1+179'18	X 673690'5812 Y 4725294'9352	X 673702'8157 Y 4725321'8339
50	Curva	12'54		20	1+179'18	1+191'72	X 673702'8157 Y 4725321'8339	X 673695'5144 Y 4725331'7769
51	Línea	15'145	N18'328182W		1+191'72	1+206'87	X 673695'5144 Y 4725331'7769	X 673690'7519 Y 4725346'1537
52	Curva	12'698		25	1+206'87	1+219'57	X 673690'7519 Y 4725346'1537	X 673689'9242 Y 4725358'6880
53	Línea	49'412	N10'772640E		1+219'57	1+268'98	X 673689'9242 Y 4725358'6880	X 673699'1599 Y 4725407'2292
54	Curva	19'023		30	1+268'98	1+288'00	X 673699'1599 Y 4725407'2292	X 673708'2108 Y 4725423'5992
55	Línea	31'158	N47'103193E		1+288'00	1+319'16	X 673708'2108 Y 4725423'5992	X 673731'0367 Y 4725444'8079
56	Curva	13'09		30	1+319'16	1+332'25	X 673731'0367 Y 4725444'8079	X 673738'4117 Y 4725455'4975
57	Curva	9'501		20	1+332'25	1+341'75	X 673738'4117 Y 4725455'4975	X 673743'1510 Y 4725463'6287
58	Curva	10'205		15	1+341'75	1+351'96	X 673743'1510 Y 4725463'6287	X 673747'5228 Y 4725472'6326
59	Línea	33'603	N6'408931E		1+351'96	1+385'56	X 673747'5228 Y 4725472'6326	X 673751'2737 Y 4725506'0257
60	Curva	5'081		25	1+385'56	1+390'64	X 673751'2737 Y 4725506'0257	X 673751'3257 Y 4725511'0972
61	Línea	16'153	N5'234733W		1+390'64	1+406'79	X 673751'3257 Y 4725511'0972	X 673749'8520 Y 4725527'1828
62	Curva	25'184		30	1+406'79	1+431'98	X 673749'8520 Y 4725527'1828	X 673757'7375 Y 4725550'3275
63	Curva	18'979		15	1+431'98	1+450'96	X 673757'7375 Y 4725550'3275	X 673758'6232 Y 4725568'0432
64	Línea	101'213	N33'384590W		1+450'96	1+552'17	X 673758'6232 Y 4725568'0432	X 673702'9302 Y 4725652'5556
65	Curva	8'506		50	1+552'17	1+560'67	X 673702'9302 Y 4725652'5556	X 673697'6698 Y 4725659'2265

Tabla 20 (cont.). Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
66	Línea	26'19	N43'131430W		1+560'67	1+586'86	X 673697'6698 Y 4725659'2265	X 673679'7644 Y 4725678'3396
67	Curva	7'407		50	1+586'86	1+594'27	X 673679'7644 Y 4725678'3396	X 673674'3192 Y 4725683'3510
68	Línea	44'573	N51'619331W		1+594'27	1+638'84	X 673674'3192 Y 4725683'3510	X 673639'3784 Y 4725711'0256
69	Curva	12'148		25	1+638'84	1+650'99	X 673639'3784 Y 4725711'0256	X 673632'0227 Y 4725720'5431
70	Línea	23'483	N23'778510W		1+650'99	1+674'47	X 673632'0227 Y 4725720'5431	X 673622'5541 Y 4725742'0330
71	Curva	5'581		20	1+674'47	1+680'06	X 673622'5541 Y 4725742'0330	X 673619'6253 Y 4725746'7619
72	Línea	44'675	N39'765569W		1+680'06	1+724'73	X 673619'6253 Y 4725746'7619	X 673591'0490 Y 4725781'1022
73	Curva	14'485		10	1+724'73	1+739'21	X 673591'0490 Y 4725781'1022	X 673591'4490 Y 4725794'3473
74	Línea	15'794	N43'224782E		1+739'21	1+755'01	X 673591'4490 Y 4725794'3473	X 673602'2657 Y 4725805'8559
75	Curva	16'189		15	1+755'01	1+771'20	X 673602'2657 Y 4725805'8559	X 673605'5509 Y 4725820'9167
76	Línea	35'506	N18'613986W		1+771'20	1+806'70	X 673605'5509 Y 4725820'9167	X 673594'2177 Y 4725854'5656
77	Curva	10'647		40	1+806'70	1+817'35	X 673594'2177 Y 4725854'5656	X 673592'1942 Y 4725864'9866
78	Línea	56'411	N3'363122W		1+817'35	1+873'76	X 673592'1942 Y 4725864'9866	X 673588'8849 Y 4725921'3007
79	Curva	11'221		30	1+873'76	1+884'98	X 673588'8849 Y 4725921'3007	X 673586'1714 Y 4725932'1211
80	Línea	194'152	N24'793043W		1+884'98	2+079'14	X 673586'1714 Y 4725932'1211	X 673504'7553 Y 4726108'3779
81	Curva	4'785		40	2+079'14	2+083'92	X 673504'7553 Y 4726108'3779	X 673503'0129 Y 4726112'8318
82	Línea	51'003	N17'938402W		2+083'92	2+134'92	X 673503'0129 Y 4726112'8318	X 673487'3044 Y 4726161'3552
83	Curva	3'879		40	2+134'92	2+138'80	X 673487'3044 Y 4726161'3552	X 673486'2903 Y 4726165'0978
84	Línea	147'733	N12'381958W		2+138'80	2+286'54	X 673486'2903 Y 4726165'0978	X 673454'6122 Y 4726309'3950
85	Curva	9'376		30	2+286'54	2+295'91	X 673454'6122 Y 4726309'3950	X 673454'0537 Y 4726318'7158
86	Línea	31'476	N5'524049E		2+295'91	2+327'39	X 673454'0537 Y 4726318'7158	X 673457'0837 Y 4726350'0456
87	Curva	3'147		40	2+327'39	2+330'54	X 673457'0837 Y 4726350'0456	X 673457'5095 Y 4726353'1633
88	Línea	47'965	N10'032372E		2+330'54	2+378'50	X 673457'5095 Y 4726353'1633	X 673465'8652 Y 4726400'3947
89	Curva	6'903		20	2+378'50	2+385'40	X 673465'8652 Y 4726400'3947	X 673465'8826 Y 4726407'2630
90	Línea	24'444	N9'741891W		2+385'40	2+409'85	X 673465'8826 Y 4726407'2630	X 673461'7465 Y 4726431'3540
91	Curva	12'594		20	2+409'85	2+422'44	X 673461'7465 Y 4726431'3540	X 673455'9727 Y 4726442'3134

Tabla 20 (cont.). Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
92	Línea	39'164	N45'822068W		2+422'44	2+461'60	X 673455'9727 Y 4726442'3134	X 673427'8853 Y 4726469'6062
93	Curva	16'295		20	2+461'60	2+477'90	X 673427'8853 Y 4726469'6062	X 673421'8253 Y 4726484'2502
94	Línea	29'993	N0'860542E		2+477'90	2+507'89	X 673421'8253 Y 4726484'2502	X 673422'2758 Y 4726514'2402
95	Curva	11'853		20	2+507'89	2+519'75	X 673422'2758 Y 4726514'2402	X 673419'0334 Y 4726525'4610
96	Línea	43'961	N33'094718W		2+519'75	2+563'71	X 673419'0334 Y 4726525'4610	X 673395'0293 Y 4726562'2906
97	Curva	23'886		20	2+563'71	2+587'59	X 673395'0293 Y 4726562'2906	X 673395'4686 Y 4726584'7776
98	Línea	21'143	N35'332742E		2+587'59	2+608'74	X 673395'4686 Y 4726584'7776	X 673407'6963 Y 4726602'0264
99	Curva	5'495		30	2+608'74	2+614'23	X 673407'6963 Y 4726602'0264	X 673410'4470 Y 4726606'7744
100	Línea	31'222	N24'838340E		2+614'23	2+645'45	X 673410'4470 Y 4726606'7744	X 673423'5621 Y 4726635'1084
101	Curva	10'811		15	2+645'45	2+656'26	X 673423'5621 Y 4726635'1084	X 673424'3351 Y 4726645'6590
102	Línea	72'706	N16'458343W		2+656'26	2+728'97	X 673424'3351 Y 4726645'6590	X 673403'7361 Y 4726715'3860
103	Curva	19'943		20	2+728'97	2+748'91	X 673403'7361 Y 4726715'3860	X 673407'7478 Y 4726734'0872
104	Curva	21'852		15	2+748'91	2+770'76	X 673407'7478 Y 4726734'0872	X 673406'4956 Y 4726754'0179
105	Curva	14'621		30	2+770'76	2+785'39	X 673406'4956 Y 4726754'0179	X 673399'2850 Y 4726766'5714
106	Línea	19'792	N15'910330W		2+785'39	2+805'18	X 673399'2850 Y 4726766'5714	X 673393'8593 Y 4726785'6053
107	Curva	3'051		30	2+805'18	2+808'23	X 673393'8593 Y 4726785'6053	X 673392'8754 Y 4726788'4916
108	Línea	26'214	N21'736920W		2+808'23	2+834'44	X 673392'8754 Y 4726788'4916	X 673383'1673 Y 4726812'8413
109	Curva	5'446		40	2+834'44	2+839'89	X 673383'1673 Y 4726812'8413	X 673381'5004 Y 4726818'0217
110	Línea	30'142	N13'935809W		2+839'89	2+870'03	X 673381'5004 Y 4726818'0217	X 673374'2412 Y 4726847'2764
111	Curva	3'446		20	2+870'03	2+873'48	X 673374'2412 Y 4726847'2764	X 673373'1281 Y 4726850'5330
112	Línea	19'065	N23'807436W		2+873'48	2+892'54	X 673373'1281 Y 4726850'5330	X 673365'4323 Y 4726867'9754
113	Curva	17'614		30	2+892'54	2+910'16	X 673365'4323 Y 4726867'9754	X 673354'1269 Y 4726881'1527
114	Línea	23'681	N57'448480W		2+910'16	2+933'84	X 673354'1269 Y 4726881'1527	X 673334'1662 Y 4726893'8943
115	Curva	30'471		15	2+933'84	2+964'31	X 673334'1662 Y 4726893'8943	X 673334'4987 Y 4726919'3878
116	Línea	24'769	N58'943268E		2+964'31	2+989'08	X 673334'4987 Y 4726919'3878	X 673355'7170 Y 4726932'1656
117	Curva	5'092		30	2+989'08	2+994'17	X 673355'7170 Y 4726932'1656	X 673359'8361 Y 4726935'1495

Tabla 20 (cont.). Datos de la alineación.

Nº de tramo	Tipo	Longitud (m)	Orientación (º)	Radio (m)	P.K inicial	P.K final	Coordenadas iniciales ETRS89	Coordenadas finales ETRS89
118	Línea	20'202	N49'217395E		2+994'17	3+014'37	X 673359'8361 Y 4726935'1495	X 673375'1333 Y 4726948'3456
119	Curva	12'448		40	3+014'37	3+026'82	X 673375'1333 Y 4726948'3456	X 673383'1524 Y 4726957'8006
120	Curva	17'682		30	3+026'82	3+044'50	X 673383'1524 Y 4726957'8006	X 673396'3004 Y 4726969'2393
121	Curva	7'678		30	3+044'50	3+052'18	X 673396'3004 Y 4726969'2393	X 673402'9895 Y 4726972'9654
122	Línea	89'863	N53'548432E		3+052'18	3+142'04	X 673402'9895 Y 4726972'9654	X 673475'2720 Y 4727026'3572
123	Curva	16'005		30	3+142'04	3+158'05	X 673475'2720 Y 4727026'3572	X 673485'0668 Y 4727038'7753
124	Línea	35'909	N22'980701E		3+158'05	3+193'96	X 673485'0668 Y 4727038'7753	X 673499'0865 Y 4727071'8345
125	Curva	8'453		25	3+193'96	3+202'41	X 673499'0865 Y 4727071'8345	X 673501'0210 Y 4727080'0222
126	Línea	42'258	N3'607050E		3+202'41	3+244'67	X 673501'0210 Y 4727080'0222	X 673503'6796 Y 4727122'1962
127	Curva	7'479		30	3+244'67	3+252'15	X 673503'6796 Y 4727122'1962	X 673503'2196 Y 4727129'6421
128	Línea	55'951	N10'677637W		3+252'15	3+308'10	X 673503'2196 Y 4727129'6421	X 673492'8528 Y 4727184'6244
129	Curva	9'467		30	3+308'10	3+317'57	X 673492'8528 Y 4727184'6244	X 673489'6720 Y 4727193'4993
130	Línea	57'332	N28'758133W		3+317'57	3+374'90	X 673489'6720 Y 4727193'4993	X 673462'0887 Y 4727243'7602
131	Curva	5'565		20	3+374'90	3+380'46	X 673462'0887 Y 4727243'7602	X 673460'1199 Y 4727248'9466
132	Línea	15'426	N12'814177W		3+380'46	3+395'89	X 673460'1199 Y 4727248'9466	X 673456'6986 Y 4727263'9886
133	Curva	13'836		20	3+395'89	3+409'73	X 673456'6986 Y 4727263'9886	X 673458'3526 Y 4727277'4495
134	Curva	18'3		15	3+409'73	3+428'03	X 673458'3526 Y 4727277'4495	X 673457'5651 Y 4727294'6177
135	Curva	13'356		20	3+428'03	3+441'38	X 673457'5651 Y 4727294'6177	X 673452'7807 Y 4727306'8223
136	Curva	7'004		50	3+441'38	3+448'39	X 673452'7807 Y 4727306'8223	X 673452'0766 Y 4727313'7852
137	Línea	29'529	N9'787823W		3+448'39	3+477'91	X 673452'0766 Y 4727313'7852	X 673447'0567 Y 4727342'8840
138	Curva	6'371		20	3+477'91	3+484'29	X 673447'0567 Y 4727342'8840	X 673445'0001 Y 4727348'8859
139	Línea	32'512	N28'040446W		3+484'29	3+516'80	X 673445'0001 Y 4727348'8859	X 673429'7166 Y 4727377'5810
140	Curva	9'607		15	3+516'80	3+526'40	X 673429'7166 Y 4727377'5810	X 673422'8789 Y 4727384'0951
141	Línea	50'504	N64'737465W		3+526'40	3+576'91	X 673422'8789 Y 4727384'0951	X 673377'2053 Y 4727405'6484

2.4 Cálculo de la superficie ocupada

El programa informático Autocad Civil 3D posee poderosas herramientas para el diseño de cualquier obra que implique movimientos de tierras, permitiendo un rápido cálculo de los parámetros que definen la obra. Además cabe destacar que este método llega a ser más preciso que el tradicional método de cálculo de la superficie ocupada a partir de los distintos perfiles transversales.

De esta manera, se ha calculado la superficie de ocupación de la obra, proyectada horizontalmente, de manera automática.

El programa reconoce la obra como dos obras distintas: por un lado la vía propiamente dicha, y por otro la explanación final (en forma de rotonda). Por ello se calculará la superficie ocupada por cada una de ellas (Figuras 10 y 11) y posteriormente se sumarán.

- Superficie ocupada por la vía: 17.543'35 m²

Figura 10. Superficie ocupada por la vía.

Estadísticas	Valor
General	
Extendida	
Área de superficie 2D	17543.35 metros cuadrados
Área de superficie 3D	25336.43 metros cuadrados

- Superficie ocupada por la explanación: 152'47 m²

Figura 11. Superficie ocupada por la explanación final.

Estadísticas	Valor
General	
Extendida	
Área de superficie 2D	152.47 metros cuadrados
Área de superficie 3D	216.00 metros cuadrados

- Superficie total: 17.695,82 m²

2.5 Cálculo del área de los taludes

Mediante Autocad Civil 3D también es posible conocer el área de los taludes. Esto se consigue creando dos superficies, una que abarca el área del talud de desmonte y otra el talud de terraplén.

Las superficies correspondientes se muestran en las Figuras 12 y 13.

- Superficie de desmonte de la vía: 7599'25 m²

Figura 12. Superficie del talud de desmonte.

Estadísticas	Valor
General	
Extendida	
Área de superficie 2D	3643.11 metros cuadrados
Área de superficie 3D	7599.25 metros cuadrados

- Superficie de terraplén de la vía: 5.978'03 m²

Figura 13. Superficie del talud de terraplén.

Estadísticas	Valor
General	
Extendida	
Área de superficie 2D	3103.34 metros cuadrados
Área de superficie 3D	5978.03 metros cuadrados

A estos resultados hay que añadir la superficie de los taludes de la explanación final que calculados en Autocad Civil 3D son:

-Superficie de desmonte de explanación: 33'96 m²

-Superficie de desmonte de terraplén: 110'34 m²

Por tanto los resultados finales son:

- Superficie de desmonte: **7.633'21 m²**

- Superficie de terraplén: **6.088'37 m²**

2.6 Cálculo del volumen de tierras

De la misma manera que en los apartados anteriores, el cálculo de tierras se puede realizar con Autocad Civil 3D. En este caso, el software tiene dos procedimientos de cálculo.

El primer procedimiento lo denominaremos como “Comparación de superficies” ya que el programa realiza una comparación entre el Modelo Digital del Terreno y la superficie de la obra, es decir, la superficie formada por la plataforma de la vía y los taludes. De esta manera el programa ofrece de manera rápida unos valores de movimiento de tierras muy exactos. Los valores obtenidos por este procedimiento serán los que se utilicen de manera oficial y los que se indicarán en los documentos de Mediciones y Presupuesto.

El segundo procedimiento lo denominaremos como “Método de los perfiles transversales”. Este método ha sido muy utilizado previamente a la aparición de las nuevas herramientas informáticas y consiste en el cálculo del volumen de tierra a partir del área de los perfiles transversales. Estos valores se utilizan en formulas que permiten conocer el volumen de tierra que existe entre dos perfiles transversales consecutivos.

En ambos casos, se aplica a los volúmenes un coeficiente de esponjamiento del 10%, es decir, se considera que al realizar una excavación (desmote) el volumen de tierra aumenta un 10% más, comparándolo con lo que ocupaba en el terreno. De la misma forma, para crear los taludes de desmote, se necesitará un volumen un 10% mayor que el que realmente ocupará tras la compactación del talud.

2.6.1 Comparación de superficies

Se calculan los volúmenes de la vía y de la explanación final por separado. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 14 y 15.

- Volumen de desmote de la vía: 8.490'44 m³
- Volumen de terraplén de la vía: 6.040'63 m³

Figura 14. Volúmenes de tierra de la vía.

Índice	factor en terraplén	Desmote (ajustada)	Terraplén (ajustada)	Neto (ajustada)	Gráfico neto
1	100	8490.44 metro cúbico	6040.63 metro cúbico	2449.81 metro cú...	

- Volumen de desmote de la explanación final: 33'20 m³
- Volumen de terraplén de la explanación final: 192'08 m³

Figura 15. Volúmenes de tierra de la explanación.

Índice	factor en terraplén	Desmonte (ajustada)	Terraplén (ajustada)	Neto (ajustada)	Gráfico neto
1	100	33.20 metro cúbico	192.08 metro cúbico	158.88 metro cúbico	

- Volumen de desmonte total: 8.523'64 m³

- Volumen de terraplén total: 6.232'71 m³

- Volumen neto: 2.290'93 m³

La obra implica un mayor movimiento de tierras en terraplén que en desmonte por lo que al finalizarla se obtienen 2.290'93 m³ que se transportarán a vertedero.

2.6.2 Método de los perfiles transversales

Para el cálculo de los volúmenes de tierra a mover se necesita conocer el valor de las áreas de los perfiles transversales para su posterior aplicación en las formulas que permitan calcular el volumen de tierra.

Para el cálculo de los volúmenes se contemplan los siguientes casos.

Prismoide

Se considera un tramo recto y dos perfiles consecutivos que se encuentran ambos en desmonte o terraplén. La sección del camino es semejante a un prismoide o sólido prismoidal; limitado por las caras paralelas y planas.

Las secciones transversales son:

$$ABCD = \Omega_1$$

$$A'B'C'D' = \Omega_2$$

El volumen del prismoide es el siguiente:

$$V_1 = (d/6) \times (\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_m)$$

donde no se conoce Ω_m por lo que es obligatorio el cálculo de ésta, pero se comete un error que puede tener importancia, que es la suposición de que las aristas del prismoide son rectas. Estos errores se pueden eliminar en parte con otros procedimientos de cálculo de volúmenes.

El cálculo de tierras a mover por cualquiera de los procedimientos siguientes en vías pequeñas y de Intensidad Media, da una aproximada suficiencia siempre y cuando se hayan trazado los perfiles transversales con el criterio de que la diferencia entre cotas rojas y ancho de ocupación no sean excesivos.

Formula de la media de las secciones extremas: Para utilizarlo, se ha de saber que:

- 1) Las generatrices del prismoide son paralelas a un plano director, este es el eje del camino. Entonces la sección media es:

$$\Omega_m = \frac{\Omega_1 + \Omega_2}{2}$$

- 2) Se sustituye esta Ω_m en la fórmula inicial del prismaide obteniéndose la siguiente expresión:

$$V_2 = V = \frac{(\Omega_1 + \Omega_2) \times d}{2}$$

- 3) Se ha de conocer el error cometido al emplear una u otra fórmula:

$$\Delta_1 = \varepsilon = V_2 - V_1 = \frac{d}{3}(\Omega_1 + \Omega_2 - 2\Omega_m) \Leftrightarrow 2\Omega_m > \Omega_1 + \Omega_2$$

Formula de la sección media: se puede calcular el volumen del prismaide cuando se puede asimilar a un prisma de base igual a la sección media (Ω_m) y de altura la distancia entre los perfiles (d):

$V_{SM} = \Omega_m \times d \Rightarrow$ El error cometido es el siguiente: $\Delta_2 = V_{sm} - V_P$ por lo que el error queda de la siguiente forma:

$$\Delta_2 = -\frac{d}{6}(\Omega_1 + \Omega_2 - 2\Omega_m)$$

Comparando Δ_1 y Δ_2 se observa que se cumple que el error que se comete con la fórmula de la sección media (V_{sm}) es la mitad y de signo contrario que el cometido si se utiliza la fórmula de la media de las secciones extremas (V_P)

Calculo del sólido de paso

La hipótesis de cálculo es:

- 1) Se supone que el terreno está formado por una superficie uniforme engendrada por líneas paralelas a un plano vertical que pasa por el eje del camino. La sección de paso será la línea alabeada ROS.
- 2) Se sustituye la línea ROS por una recta POQ. Esto se puede hacer cuando el camino no es muy ancho, para que el error sea inapreciable.

El cálculo matemático es:

- 1) Se considera que la distancia entre los perfiles (d), se divide en d_1 y d_2 que son las distancias respectivas de cada perfil al punto de paso (O).
- 2) Se considera que dicha distancia a los perfiles son directamente proporcionales a las áreas de los perfiles.
- 3) Se calculan los volúmenes de desmonte y terraplén considerando las rectas de paso POQ como un perfil de área cero; de forma que se calculan las áreas de desmonte y terraplén aplicando la fórmula de la media de las secciones extremas.
- 4) Se obtienen las siguientes fórmulas una vez sustituidos los valores de d_1 y d_2 calculados:

$$V_T = \frac{T^2}{T + D} \times \frac{d}{2}$$

$$V_D = \frac{D^2}{T + D} \times \frac{d}{2}$$

Calculo gráfico del volumen del sólido de paso:

Las áreas de los triángulos AOC y BOE, se corresponden respectivamente con los volúmenes de terraplén y desmonte.

Casos particulares

- 1) Dos perfiles a media ladera en que los puntos de paso de ambos se encuentran en una recta paralela al eje del camino (O_1O_2), se divide el sólido de paso en desmonte y terraplén, aplicando la formula de la Media de las Secciones Extremas a cada una de las partes:

$$V_D = \frac{D_1 + D_2}{2} d \qquad V_T = \frac{T_1 + T_2}{2} d$$

- 2) Los puntos de paso no están alineados en una recta paralela al eje del camino, sino en una recta oblicua (O_1O_2), se trazan planos paralelos al eje del camino por cada uno de los puntos de paso O_1 y O_2 , se aplica a cada una de las partes la formula adecuada:

- “Fórmula de la Media de las Secciones Extremas” para los homólogos.
- “Fórmula del sólido de paso”, para los no homólogos (D_1'' y T_2'')

$$V_D = \frac{d}{2} \left[D_1' + D_2 + \frac{(D_1'')^2}{D_1'' + T_2''} \right]$$

$$V_T = \frac{d}{2} \left[T_1 + T_2' + \frac{(T_2'')^2}{D_1'' + T_2''} \right]$$

- 3) Un perfil todo en desmonte y el otro todo en terraplén, se pasa por el punto O_2 una paralela al eje del camino, de forma que el desmonte total se divide en dos parciales, aplicando:

$D_1', D_2 \rightarrow$ Prismoide

$T_2, D_1'' \rightarrow$ Sólido de paso

$$V_T = \frac{T_2^2}{T_2 + D_1''} \frac{d}{2} \qquad V_D = \frac{d}{2} \left[D_1 + D_2' + \frac{(D_1'')^2}{D_1'' + T_2} \right]$$

A partir de AutoCAD Civil 3D se obtienen los datos de área de cada perfil transversal, volumen de desmonte y terraplén y volumen acumulado. Estos datos se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
1	0+000.00	1.07	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0+016.06	1.75	1.24	24.88	15.07	24.88	15.07
3	0+018.54	3.14	0.09	7.03	1.75	31.92	16.82
4	0+021.03	2.43	0.18	8.00	0.35	39.92	17.17
5	0+040.00	0.00	1.73	25.38	19.92	65.30	37.09
6	0+046.37	0.20	0.18	0.72	6.72	66.01	43.81
7	0+051.41	0.16	0.35	0.94	1.54	66.95	45.34
8	0+056.45	0.00	0.39	0.42	2.09	67.36	47.43
9	0+078.89	4.50	0.00	55.58	4.87	122.95	52.32
10	0+080.47	5.87	0.00	8.83	0.00	131.78	52.32
11	0+082.05	4.33	0.00	8.67	0.00	140.45	52.32
12	0+100.00	1.42	3.37	56.77	33.25	197.22	85.56
13	0+118.20	0.60	1.48	20.22	48.50	217.45	134.07
14	0+122.83	0.82	1.49	3.92	7.21	221.36	141.27
15	0+127.47	1.53	1.14	6.46	6.36	227.82	147.63
16	0+140.00	0.92	0.49	16.86	11.28	244.67	158.91
17	0+159.49	2.12	0.00	32.59	5.28	277.28	164.19
18	0+163.57	4.10	0.00	14.47	0.00	291.74	164.19
19	0+167.65	3.40	0.03	17.55	0.06	309.29	164.24
20	0+180.00	1.12	0.00	30.73	0.18	340.02	164.42
21	0+187.31	2.48	0.00	14.48	0.00	354.50	164.42
22	0+191.70	1.40	0.00	9.08	0.00	363.56	164.42
23	0+196.09	1.04	0.00	5.70	0.00	369.27	164.42
24	0+220.00	0.00	1.25	13.64	16.50	382.91	180.92
25	0+230.38	0.00	1.35	0.00	14.88	382.91	195.80
26	0+239.81	1.86	0.07	9.87	7.34	392.78	203.14
27	0+249.23	0.59	0.64	12.99	3.61	405.77	206.75
28	0+260.00	0.79	0.74	8.12	8.16	413.89	214.91
29	0+280.00	1.27	0.49	22.56	13.50	436.45	228.40
30	0+290.93	1.60	1.27	17.19	10.56	453.64	238.96
31	0+294.41	2.99	0.67	9.05	3.64	462.69	242.59
32	0+297.89	2.10	1.06	10.05	3.22	472.76	245.83
33	0+322.51	2.47	1.84	61.88	39.23	534.63	285.05
34	0+333.91	1.62	2.54	23.87	28.82	558.50	313.87
35	0+345.32	0.59	0.23	12.93	18.16	571.42	332.04
36	0+360.00	0.89	0.24	12.01	3.76	583.43	335.80
37	0+380.00	1.66	0.00	28.05	2.62	611.48	338.42
38	0+400.00	0.94	0.00	28.56	0.00	640.04	338.42
39	0+409.13	1.48	0.08	12.16	0.41	652.19	338.82
40	0+419.03	1.19	0.28	15.33	1.88	667.51	340.71
41	0+428.94	3.25	0.28	25.48	2.92	692.99	343.62
42	0+440.00	1.20	0.91	27.09	7.23	720.08	350.85

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
43	0+461.00	1.37	1.15	29.76	23.73	749.85	374.57
44	0+468.11	1.39	0.69	9.98	7.63	759.83	382.21
45	0+475.22	0.41	1.71	6.50	9.87	766.33	392.08
46	0+500.00	0.61	3.27	13.94	67.86	780.27	459.93
47	0+506.33	1.35	1.91	6.83	18.06	787.11	478.01
48	0+509.09	1.92	1.24	5.13	4.66	792.23	482.67
49	0+511.85	3.16	1.10	7.96	3.45	800.20	486.12
50	0+520.00	3.17	0.80	28.39	8.54	828.59	494.66
51	0+540.00	0.81	2.81	43.76	39.69	872.34	534.35
52	0+560.00	2.03	0.51	31.19	36.50	903.53	570.85
53	0+580.00	2.39	0.52	48.59	11.31	952.12	582.15
54	0+589.21	2.02	0.49	22.33	5.08	974.44	587.24
55	0+596.92	0.37	2.17	9.60	11.57	984.05	598.82
56	0+604.62	0.25	3.00	2.49	22.55	986.54	621.37
57	0+620.00	5.10	0.27	45.30	27.70	1031.83	649.06
58	0+637.69	1.17	0.71	60.98	9.58	1092.82	658.65
59	0+650.80	0.00	9.04	9.25	68.88	1102.08	727.52
60	0+663.92	3.00	0.18	23.60	65.35	1125.67	792.88
61	0+673.22	2.20	0.37	25.20	3.00	1150.86	795.88
62	0+682.51	0.70	1.64	13.77	10.90	1164.65	806.78
63	0+700.00	0.26	0.12	9.27	16.97	1173.92	823.76
64	0+722.26	0.18	1.36	5.40	18.10	1179.32	841.86
65	0+725.70	0.00	2.38	0.32	7.17	1179.64	849.04
66	0+729.14	0.00	2.61	0.00	9.55	1179.64	858.57
67	0+740.00	0.13	1.44	0.75	24.19	1180.40	882.77
68	0+760.00	0.98	0.07	12.19	16.61	1192.59	899.37
69	0+780.00	0.95	0.67	21.21	8.16	1213.80	907.53
70	0+800.00	0.95	1.05	20.90	18.90	1234.70	926.43
71	0+820.00	0.79	0.99	19.24	22.36	1253.93	948.79
72	0+837.26	2.43	0.05	30.60	9.88	1284.54	958.67
73	0+841.19	1.66	0.28	9.12	0.68	1293.66	959.35
74	0+845.11	0.89	0.88	5.70	2.42	1299.35	961.77
75	0+860.00	3.25	0.00	33.90	7.17	1333.24	968.96
76	0+882.49	0.67	0.48	48.52	5.94	1381.77	974.90
77	0+891.78	1.46	0.59	10.51	5.65	1392.27	980.55
78	0+901.07	1.49	1.53	14.53	11.21	1406.81	991.76
79	0+920.00	0.48	5.34	20.55	71.50	1427.35	1063.26
80	0+933.41	1.44	2.53	14.21	58.09	1441.56	1121.35
81	0+939.34	1.58	2.24	10.67	14.53	1452.24	1135.88
82	0+945.27	0.40	4.13	7.00	19.50	1459.24	1155.39
83	0+960.00	3.45	0.68	31.22	38.96	1490.46	1194.35
84	0+976.64	1.10	0.82	41.70	13.73	1532.16	1208.08
85	0+985.12	0.16	1.71	5.53	12.21	1537.68	1220.30
86	0+993.60	3.54	0.00	16.65	8.23	1554.34	1228.51
87	1+011.91	1.69	0.99	52.66	10.01	1607.00	1238.53
88	1+019.37	0.18	2.31	8.47	12.58	1615.47	1251.11

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
89	1+026.83	0.82	0.34	4.49	10.14	1619.96	1261.25
90	1+044.50	3.79	0.00	44.78	3.33	1664.74	1264.58
91	1+051.97	0.74	0.56	17.29	2.44	1682.03	1267.04
92	1+059.44	0.00	2.84	2.73	14.83	1684.76	1281.85
93	1+080.00	0.64	0.08	7.23	32.97	1691.99	1314.82
94	1+087.08	1.03	0.14	6.50	0.84	1698.49	1315.66
95	1+092.12	0.99	0.02	5.14	0.48	1703.63	1316.14
96	1+097.16	0.44	0.47	3.62	1.47	1707.24	1317.61
97	1+118.11	1.31	0.00	20.22	5.47	1727.46	1323.08
98	1+119.84	1.57	0.00	2.70	0.00	1730.15	1323.08
99	1+121.57	1.81	0.00	3.16	0.00	1733.30	1323.08
100	1+137.26	3.90	0.00	49.29	0.00	1782.59	1323.08
101	1+148.05	0.00	1.90	24.65	11.04	1807.25	1334.12
102	1+158.22	0.00	4.71	0.00	36.19	1807.25	1370.31
103	1+168.69	0.00	4.12	0.00	46.39	1807.25	1416.70
104	1+179.18	7.46	0.00	46.21	19.92	1853.46	1436.62
105	1+185.45	8.42	0.00	51.67	0.00	1905.12	1436.62
106	1+191.72	9.15	0.00	57.60	0.00	1962.71	1436.62
107	1+206.87	4.24	0.41	111.53	3.39	2074.24	1440.01
108	1+213.22	1.55	0.28	19.07	2.55	2093.31	1442.56
109	1+219.57	0.36	2.83	6.27	11.36	2099.58	1453.93
110	1+240.00	0.96	2.83	14.83	63.55	2114.41	1517.47
111	1+260.00	1.78	0.82	30.09	40.11	2144.51	1557.58
112	1+268.98	1.47	0.51	16.02	6.58	2160.52	1564.16
113	1+278.49	0.34	3.56	8.98	22.14	2169.49	1586.29
114	1+288.00	1.27	2.18	7.92	31.27	2177.42	1617.56
115	1+300.00	1.17	4.37	16.06	43.25	2193.47	1660.82
116	1+319.16	4.79	0.11	62.77	47.28	2256.23	1708.10
117	1+325.71	4.13	0.00	33.37	0.39	2289.62	1708.49
118	1+332.25	4.76	0.00	33.13	0.00	2322.75	1708.49
119	1+337.00	1.71	1.42	16.29	3.85	2339.04	1712.34
120	1+341.75	0.81	2.08	6.06	9.72	2345.10	1722.06
121	1+346.85	3.91	0.07	14.37	5.56	2359.46	1727.62
122	1+351.96	6.18	0.00	30.91	0.18	2390.38	1727.79
123	1+360.00	3.16	1.34	41.32	5.92	2431.68	1733.71
124	1+380.00	0.00	8.90	34.76	112.65	2466.44	1846.35
125	1+385.56	0.51	7.35	1.55	49.69	2467.99	1896.04
126	1+388.10	0.73	6.50	1.86	18.02	2469.85	1914.06
127	1+390.64	0.68	6.41	2.11	16.80	2471.96	1930.85
128	1+406.79	6.37	0.57	62.65	62.02	2534.61	1992.87
129	1+419.38	5.44	0.00	77.92	4.21	2612.53	1997.08
130	1+431.98	2.67	0.48	53.79	3.52	2666.32	2000.61
131	1+441.47	0.43	3.45	17.93	18.60	2684.25	2019.22
132	1+450.96	0.19	0.63	3.62	19.62	2687.87	2038.83
133	1+460.00	0.15	1.00	1.68	8.12	2689.54	2046.95
134	1+480.00	9.31	0.00	104.04	11.00	2793.58	2057.95

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
135	1+500.00	5.23	1.18	159.94	13.04	2953.53	2070.98
136	1+520.00	5.12	0.07	113.85	13.79	3067.38	2084.78
137	1+540.00	2.19	1.27	80.38	14.70	3147.76	2099.48
138	1+552.17	4.46	0.44	44.48	11.44	3192.24	2110.91
139	1+556.42	3.75	0.45	19.78	2.02	3212.01	2112.94
140	1+560.67	2.85	0.95	15.88	3.18	3227.90	2116.11
141	1+580.00	2.10	4.02	52.61	52.84	3280.51	2168.96
142	1+586.86	2.77	1.56	18.40	21.09	3298.92	2190.05
143	1+590.57	3.28	1.13	12.72	5.34	3311.64	2195.38
144	1+594.27	2.36	1.46	11.84	5.12	3323.47	2200.50
145	1+600.00	3.26	0.77	17.72	7.02	3341.18	2207.51
146	1+620.00	1.09	5.86	47.87	72.92	3389.07	2280.44
147	1+638.84	2.92	2.70	41.58	88.69	3430.65	2369.13
148	1+644.92	2.18	2.20	15.91	17.42	3446.55	2386.55
149	1+650.99	1.61	1.17	11.83	11.92	3458.37	2398.47
150	1+660.00	3.48	0.11	25.21	6.36	3483.59	2404.83
151	1+674.47	3.18	0.00	53.05	0.88	3536.63	2405.71
152	1+677.27	1.67	0.04	7.83	0.06	3544.46	2405.77
153	1+680.06	0.52	0.43	3.56	0.68	3548.03	2406.45
154	1+700.00	1.03	0.11	16.93	5.90	3564.96	2412.34
155	1+720.00	0.12	0.89	12.64	10.95	3577.60	2423.30
156	1+724.73	0.26	1.14	1.00	5.27	3578.60	2428.56
157	1+731.97	0.00	1.87	0.87	12.76	3579.47	2441.32
158	1+739.21	0.00	4.79	0.00	28.04	3579.47	2469.36
159	1+755.01	0.28	2.71	2.45	65.11	3581.93	2534.47
160	1+763.10	0.00	3.10	1.41	25.42	3583.34	2559.89
161	1+771.20	3.78	0.00	17.67	14.00	3601.00	2573.89
162	1+780.00	8.65	0.00	60.17	0.00	3661.17	2573.89
163	1+800.00	13.07	0.00	238.96	0.00	3900.14	2573.89
164	1+806.70	9.77	0.00	84.22	0.00	3984.35	2573.89
165	1+812.03	7.97	0.00	50.70	0.00	4035.05	2573.89
166	1+817.35	6.50	0.00	41.43	0.00	4076.48	2573.89
167	1+840.00	0.00	0.98	80.99	12.25	4157.48	2586.14
168	1+860.00	0.46	1.70	5.03	29.58	4162.50	2615.72
169	1+873.76	5.60	0.20	45.80	14.40	4208.31	2630.12
170	1+879.37	7.14	0.00	41.01	0.58	4249.32	2630.71
171	1+884.98	5.68	0.01	41.18	0.03	4290.50	2630.74
172	1+900.00	0.70	1.13	52.75	9.41	4343.25	2640.14
173	1+920.00	0.17	1.93	9.67	33.59	4352.92	2673.74
174	1+940.00	0.13	1.86	3.37	41.60	4356.28	2715.34
175	1+960.00	0.00	2.22	1.44	44.80	4357.72	2760.13
176	1+980.00	0.26	1.17	2.87	37.20	4360.60	2797.34
177	2+000.00	1.07	0.64	14.66	19.81	4375.25	2817.16
178	2+020.00	1.50	0.72	28.30	14.93	4403.55	2832.08
179	2+040.00	0.68	0.79	23.98	16.62	4427.53	2848.70
180	2+060.00	1.78	0.05	27.04	9.21	4454.58	2857.91

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
181	2+079.14	1.32	0.50	32.67	5.78	4487.24	2863.67
182	2+081.53	0.99	1.04	2.93	2.09	4490.17	2865.76
183	2+083.92	0.86	1.37	2.34	3.26	4492.51	2869.02
184	2+100.00	3.32	0.01	36.99	12.28	4529.50	2881.30
185	2+120.00	1.64	0.78	54.58	8.71	4584.09	2890.01
186	2+134.92	0.38	2.13	16.63	23.90	4600.72	2913.91
187	2+136.86	0.37	2.32	0.76	4.87	4601.49	2918.78
188	2+138.80	0.40	2.25	0.78	4.99	4602.27	2923.79
189	2+160.00	0.35	2.33	8.75	53.37	4611.01	2977.16
190	2+180.00	1.17	1.16	16.74	38.38	4627.76	3015.53
191	2+200.00	1.23	1.22	26.39	26.24	4654.14	3041.76
192	2+220.00	4.12	0.01	58.86	13.60	4713.01	3055.36
193	2+240.00	2.17	0.17	69.19	1.94	4782.18	3057.30
194	2+260.00	0.65	1.06	31.00	13.49	4813.18	3070.78
195	2+280.00	1.55	1.12	24.26	24.04	4837.45	3094.83
196	2+286.54	0.35	4.30	6.85	19.49	4844.30	3114.31
197	2+291.22	0.00	5.43	0.86	26.03	4845.15	3140.35
198	2+295.91	0.39	4.70	0.94	27.12	4846.09	3167.45
199	2+320.00	5.02	0.38	71.71	67.32	4917.79	3234.77
200	2+327.39	4.24	0.48	37.64	3.52	4955.43	3238.29
201	2+328.96	3.41	0.74	6.39	1.10	4961.83	3239.39
202	2+330.54	2.53	1.24	4.96	1.77	4966.79	3241.16
203	2+340.00	0.44	4.99	15.44	32.41	4982.23	3273.57
204	2+360.00	4.94	0.30	59.16	58.17	5041.39	3331.74
205	2+378.50	3.09	0.02	81.69	3.30	5123.07	3335.05
206	2+381.95	3.03	0.00	12.29	0.06	5135.36	3335.10
207	2+385.40	2.53	0.00	11.13	0.02	5146.49	3335.11
208	2+400.00	1.37	0.05	31.31	0.44	5177.80	3335.55
209	2+409.85	0.00	2.17	7.43	12.00	5185.22	3347.55
210	2+416.14	0.00	1.66	0.00	12.94	5185.22	3360.49
211	2+422.44	0.21	2.72	0.78	14.77	5186.01	3375.26
212	2+440.00	2.85	0.15	29.55	27.69	5215.55	3402.96
213	2+461.60	2.68	0.35	65.77	5.92	5281.31	3408.88
214	2+469.75	1.27	1.33	16.46	8.02	5297.78	3416.90
215	2+477.90	1.75	2.23	12.51	17.12	5310.28	3434.01
216	2+500.00	0.00	7.98	21.26	124.12	5331.54	3558.14
217	2+507.89	0.74	2.81	3.22	46.86	5334.76	3605.00
218	2+513.82	3.46	0.24	14.70	9.32	5349.45	3614.31
219	2+519.75	3.60	0.67	24.73	2.74	5374.18	3617.05
220	2+540.00	0.00	5.64	40.10	70.26	5414.28	3687.31
221	2+563.71	1.76	0.34	23.01	77.99	5437.29	3765.30
222	2+575.65	3.31	0.00	31.49	2.38	5468.77	3767.68
223	2+587.59	7.39	0.00	66.97	0.00	5535.75	3767.68
224	2+600.00	0.55	3.57	54.16	24.35	5589.91	3792.03
225	2+608.74	1.83	2.13	11.44	27.37	5601.35	3819.40
226	2+611.48	2.14	1.67	6.31	5.47	5607.67	3824.85

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
227	2+614.23	2.86	1.48	7.94	4.52	5615.61	3829.39
228	2+620.00	1.06	4.39	12.44	18.61	5628.05	3847.99
229	2+640.00	3.57	0.63	50.95	55.19	5679.00	3903.17
230	2+645.45	3.34	1.09	20.71	5.18	5699.72	3908.36
231	2+650.86	3.02	1.03	20.81	5.69	5720.54	3914.05
232	2+656.26	1.94	1.68	16.29	7.29	5736.83	3921.35
233	2+680.00	1.37	2.04	43.23	48.46	5780.05	3969.80
234	2+700.00	2.96	0.65	47.60	29.59	5827.65	3999.39
235	2+720.00	4.18	0.00	78.58	7.19	5906.23	4006.57
236	2+728.97	6.53	0.00	52.88	0.00	5959.11	4006.57
237	2+738.94	5.35	0.00	62.45	0.00	6021.55	4006.57
238	2+748.91	1.74	0.09	37.10	0.51	6058.65	4007.08
239	2+759.84	0.00	8.21	11.39	47.26	6070.03	4054.34
240	2+770.76	0.00	8.58	0.00	95.45	6070.03	4149.78
241	2+778.08	0.00	6.44	0.00	62.34	6070.03	4212.12
242	2+785.39	0.00	6.17	0.00	52.38	6070.03	4264.49
243	2+800.00	3.88	0.35	31.15	52.36	6101.18	4316.85
244	2+805.18	2.78	0.89	18.94	3.52	6120.14	4320.37
245	2+806.70	2.32	1.13	4.50	1.62	6124.64	4321.99
246	2+808.23	1.92	1.53	3.75	2.13	6128.39	4324.12
247	2+820.00	0.17	5.90	13.59	48.13	6141.97	4372.24
248	2+834.44	1.89	1.31	16.42	57.31	6158.39	4429.55
249	2+837.17	1.50	2.40	4.88	5.76	6163.28	4435.31
250	2+839.89	1.56	3.36	4.40	8.95	6167.68	4444.26
251	2+860.00	1.76	2.57	36.71	65.52	6204.39	4509.78
252	2+870.03	1.46	3.36	17.75	32.68	6222.14	4542.46
253	2+871.75	1.62	3.16	3.17	5.69	6225.31	4548.15
254	2+873.48	1.60	3.06	3.30	5.43	6228.61	4553.57
255	2+880.00	1.74	1.64	11.99	16.90	6240.60	4570.48
256	2+892.54	2.01	1.22	25.89	19.73	6266.49	4590.20
257	2+901.35	2.39	2.01	22.42	14.84	6288.91	4605.04
258	2+910.16	4.03	2.25	32.79	19.46	6321.70	4624.50
259	2+920.00	2.85	3.82	37.27	32.85	6358.97	4657.35
260	2+933.84	4.09	0.18	52.82	30.42	6411.79	4687.76
261	2+940.00	6.59	0.00	33.01	0.67	6444.80	4688.44
262	2+949.07	16.00	0.00	105.42	0.00	6550.23	4688.44
263	2+960.00	2.71	2.07	105.38	13.77	6655.61	4702.21
264	2+964.31	0.93	3.17	7.71	13.57	6663.31	4715.79
265	2+980.00	0.70	1.27	14.09	38.28	6677.40	4754.07
266	2+989.08	1.48	0.51	10.89	8.90	6688.29	4762.96
267	2+991.62	2.25	1.12	5.50	2.20	6693.79	4765.16
268	2+994.17	3.47	0.86	8.43	2.65	6702.21	4767.81
269	3+000.00	4.10	0.00	24.29	2.76	6726.50	4770.57
270	3+014.37	1.37	1.31	43.27	10.33	6769.77	4780.90
271	3+020.60	0.87	4.20	8.01	18.25	6777.78	4799.15
272	3+026.82	1.59	2.82	8.79	23.21	6786.58	4822.35

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
273	3+035.66	5.39	0.20	32.12	15.46	6818.70	4837.81
274	3+044.50	1.93	10.74	33.69	57.56	6852.40	4895.36
275	3+048.34	1.19	8.59	6.86	38.69	6859.27	4934.05
276	3+052.18	1.17	6.43	5.30	29.60	6864.56	4963.65
277	3+060.00	1.15	3.96	10.00	44.69	6874.56	5008.34
278	3+080.00	2.26	1.27	37.57	57.49	6912.14	5065.83
279	3+100.00	1.92	0.95	46.01	24.42	6958.14	5090.25
280	3+120.00	2.16	1.06	44.86	22.11	7003.00	5112.36
281	3+142.04	5.08	1.01	87.73	25.04	7090.72	5137.41
282	3+150.05	0.75	5.58	27.04	27.45	7117.76	5164.85
283	3+158.05	3.51	1.36	19.75	28.92	7137.50	5193.76
284	3+180.00	1.10	3.72	55.69	61.37	7193.20	5255.13
285	3+193.96	3.71	1.89	36.97	43.08	7230.17	5298.22
286	3+198.18	7.34	0.00	27.23	4.15	7257.39	5302.35
287	3+202.41	6.66	0.00	34.32	0.02	7291.71	5302.37
288	3+220.00	2.35	3.81	87.21	36.91	7378.91	5339.28
289	3+244.67	2.68	0.60	68.30	59.93	7447.21	5399.21
290	3+248.41	3.39	0.24	13.07	1.66	7460.28	5400.86
291	3+252.15	3.16	0.32	14.07	1.10	7474.35	5401.96
292	3+260.00	1.92	1.53	21.92	7.96	7496.27	5409.93
293	3+280.00	3.46	0.68	59.21	24.27	7555.48	5434.20
294	3+300.00	1.10	1.46	50.24	23.51	7605.72	5457.71
295	3+308.10	1.86	0.82	13.18	10.12	7618.90	5467.84
296	3+312.83	0.61	1.94	6.75	6.91	7625.66	5474.73
297	3+317.57	0.92	0.61	4.19	6.39	7629.84	5481.12
298	3+340.00	0.83	1.93	21.56	31.30	7651.40	5512.42
299	3+360.00	1.06	2.89	20.80	53.09	7672.20	5565.49
300	3+374.90	1.76	0.20	23.08	25.40	7695.28	5590.89
301	3+377.68	1.43	0.10	4.55	0.50	7699.84	5591.39
302	3+380.46	2.54	0.00	5.75	0.17	7705.59	5591.55
303	3+395.89	6.65	0.00	78.00	0.00	7783.59	5591.55
304	3+402.81	6.91	0.00	49.14	0.00	7832.74	5591.55
305	3+409.73	8.29	0.00	54.64	0.00	7887.37	5591.55
306	3+418.88	0.00	10.92	44.55	54.04	7931.91	5645.59
307	3+428.03	0.36	4.30	2.01	73.82	7933.94	5719.41
308	3+434.70	2.25	0.37	8.98	18.03	7942.90	5737.44
309	3+441.38	0.67	4.23	9.92	17.99	7952.82	5755.42
310	3+444.88	0.73	4.24	2.79	15.95	7955.62	5771.37
311	3+448.39	1.09	4.31	3.64	16.05	7959.25	5787.42
312	3+460.00	2.46	1.95	22.69	40.02	7981.94	5827.43
313	3+477.91	4.84	0.11	71.95	20.27	8053.89	5847.70
314	3+481.10	5.92	0.03	20.14	0.22	8074.03	5847.91
315	3+484.29	4.98	0.17	20.38	0.32	8094.42	5848.23
316	3+500.00	2.43	0.85	63.99	8.82	8158.40	5857.05
317	3+516.80	2.08	0.64	41.62	13.77	8200.03	5870.82
318	3+521.60	0.87	2.26	8.57	7.00	8208.60	5877.81

Tabla 21 (cont.). Datos de los perfiles transversales.

Perfil	P.K.	Área desmonte (m ²)	Área terraplén (m ²)	Volumen de desmonte (m ³)	Volumen de terraplén (m ³)	Volumen de desmonte acumulado (m ³)	Volumen de terraplén acumulado (m ³)
319	3+526.40	2.17	2.75	8.93	12.01	8217.53	5889.82
320	3+540.00	2.41	1.41	34.18	31.11	8251.71	5920.93
321	3+560.00	4.93	0.00	80.73	15.52	8332.43	5936.45
322	3+576.91	1.60	1.04	60.78	9.69	8393.21	5946.15

Los volúmenes totales correspondientes al movimiento de tierras de la vía son los siguientes:

- Volumen total de desmonte= 8.393'21 m³
- Volumen total de terraplén= 5.946'15 m³

De nuevo, a estos volúmenes habrá que añadir los correspondientes a la explanación final. Se tomarán de nuevo los valores calculados con el método anterior.

- Volumen de desmonte de la explanación final: 33'20 m³
- Volumen de terraplén de la explanación final: 192'08 m³

Por tanto el volumen total será:

- **Volumen de desmonte total: 8.426'41 m³**
- **Volumen de terraplén total: 6.138'23 m³**
- Volumen neto: 2.288'18 m³

2.6.3 Resultados

Se observa que los volúmenes obtenidos mediante este último método son inferiores a los obtenidos mediante "Comparación de superficies". Al ser la comparación de superficies un método más preciso, que realiza el cálculo de forma integral trabajando sobre un Modelo Digital del Terreno, se obtienen unos resultados muy precisos por lo que será este método el que se tenga en cuenta en este Proyecto.

En definitiva, los resultados finales para el movimiento de tierras son:

- **Volumen de desmonte: 8.523'64 m³**
- **Volumen de terraplén: 6.232'71 m³**
- Volumen neto: 2.290'93 m³

2.7 Descripción de las obras

La explanación del terreno comprende la realización de desmontes y terraplenes para conseguir las cotas de la rasante definitiva y las pendientes del perfil longitudinal del proyecto.

En este apartado se indican todos los trabajos necesarios para llevar a cabo la obra.

En todos los trabajos se seguirá lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud (Anejo nº 14).

2.7.1 Labores previas

Señalización y replanteo de la traza

Se realizará la señalización con paneles indicativos de obra al principio de la traza.

Se realizará el replanteo topográfico de la traza, por un equipo formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.

Tala y retirada de los árboles

Esta labor consiste en la eliminación del arbolado existente en la zona de la ocupación de la vía forestal. Esta tarea se realizará con un tractor de cadenas o buldózer de 131/150 CV que será la misma maquinaria que ejecutará el posterior movimiento de tierras, y una motosierra de gasolina de 1,32 CV.

El procedimiento a seguir es el siguiente: se aproximará con la cuchilla lo más levantada posible para derribar los troncos; cuando el árbol inicie su caída la maquina deberá retroceder con el fin de dejar sitio para el movimiento de la cepa y de las raíces. En un segundo movimiento, la maquina se acercará a la cepa y las raíces bajando la cuchilla para conseguir un total desarraigo.

Aquellos árboles a los que el buldózer no sea capaz de llegar por presencia de rocas, fuertes pendientes u otros motivos, se cortarán con motosierra.

Limpieza y desbroce

Se eliminará y se transportará a vertedero los árboles y arbustos, piedras y vegetación herbácea de la zona que posteriormente ocupara el trazado de la vía. Esta operación es fundamental, ya que dejar esta materia orgánica supondría disminuir, en gran medida, la capacidad de soporte del suelo.

Se usará un buldózer de 131/150 CV con hoja topadora universal, que permita atacar el terreno abriendo un camino entre los restos de vegetación que queden. Una pala cargadora de cadenas 130 CV se ocupará de cargar los materiales en un camión basculante 4x4 que los transportará al vertedero.

El proceso básico operativo consiste en atacar al terreno con la mencionada máquina, abriendo de esta forma un camino entre la vegetación del monte. Para el despeje de la zona de matorrales, el tractor avanzara en una pasada con su hoja de

empuje a nivel de suelo, arrastrando de esta manera todo lo que encuentra a su paso. La vegetación extraída, tras esta pasada, se cargara y se transportará a vertedero.

Retirada de la capa de tierra vegetal

Se retirarán los primeros 20 cm del horizonte superior del suelo que estarán formados en su mayor parte por restos de vegetación en diferente estado de descomposición.

El proceso consta de una primera pasada de la hoja topadora con el buldózer hundida para complementar la capa. La hoja estará en posición angledocer (depositando las tierras en pendiente abajo), formándose una hilera de tierra al borde de esta pasada. La pala cargadora recogerá la tierra y la cargará al camión.

La tierra vegetal se acumulará y se utilizará posteriormente para el revestimiento de taludes. El Promotor (Ayuntamiento de Trabadelo) facilitará un pequeño terreno donde apilar la tierra vegetal durante la duración de las obras.

2.7.2 Excavación y construcción de la explanación y cunetas

Desmontes y terraplenes

Esta fase consiste en el excavado del terreno en desmonte para conseguir las cotas indicadas en el perfil longitudinal.

Consiste fundamentalmente en extraer tierra de un lado del eje del camino (desmonte) y depositarlo en el otro lado (terraplén), mediante tres fases que son:

- Arranque: con una excavadora hidráulica de cadenas 135 CV.
- Transporte: con un camión basculante 4x4 de 14 toneladas para distancias mayores a 50 m.
- Vertido: el camión se bascula y se procede al extendido de la tierra con una pala cargadora.

Para la creación de los terraplenes, se expandirán los materiales procedentes del desmonte, en tongadas con un espesor máximo de 20 cm., se ira decreciendo la explanación hasta obtener las cotas indicadas en el perfil longitudinal.

En este proceso también se ejecutará la excavación de la cuneta mediante una retroexcavadora hidráulica.

La tierra sobrante se acumulará en el lugar de acopio o se transportará a vertedero.

2.7.3 Refino de la plataforma

Perfilado de taludes

El perfilado de las cuneta y los taludes se realizará con motoniveladora de 200 CV, sin ser necesario un perfilado perfecto de taludes, ya que las irregularidades de estos se integran mejor en el terreno. Se redondean las cabezas de los taludes evitando cortes rectos con el terreno y de este modo disminuir la erosión.

Nivelación y perfilado de la plataforma

Posteriormente se procede a perfilar la explanación mediante el uso de una motoniveladora 200 CV. Si existen elementos gruesos se dará previamente un paso con los rejonés para su eliminación superficial.

Se dará a la plataforma una pendiente de bombeo del 2%, tal como se indica en el Plano nº 6: Perfil tipo.

Asurcado del terreno

Se dará una pasada con la motoniveladora asurcando el terreno antes de añadir agua para la compactación del firme, por dos razones principales:

- Favorecer la penetración de agua.
- Evitar que el agua corra hacia los bordes del camino.

La profundidad del surco será de 20 cm.

2.7.4 Compactación de la plataforma

Humidificación del material

Se utilizará la cantidad de agua necesaria para lograr la humedad óptima del 16'40%, calculada para este suelo según la muestra analizada en el Anejo nº 3: Estudio geotécnico.

Para realizar esta acción se utilizará un camión cuba. Si se añade agua en exceso, no se puede compactar, ya que quedan ondulaciones en el firme del camino y no se puede alcanzar la densidad seca prevista.

Por el contrario si la compactación se hace con falta de humedad, será muy difícil llegar a la densidad seca del 100% del ensayo Proctor Normal.

Compactación del firme

Una vez que se haya alcanzado la humedad óptima, se procederá a la compactación del firme, hasta el valor del 100%. Esta tarea se realizará con un rodillo vibrante autopulsado mixto de 15 toneladas.

Frecuentemente se acumulan los finos en la parte delantera del rodillo. Para evitarlo, se realizará un riego ligero de la cuba delante del rodillo.

2.7.5 Drenaje y labores finales

Obras de fábrica

Durante la construcción de la vía se instalarán un total de 16 obras de fábrica (8 caños y 8 embocaduras). Para ello se realizarán zanjas de aproximadamente 1 metro de profundidad y 0,8 metros de anchura y se instalarán en ellas las correspondientes obras de fábrica. Posteriormente se cubrirán con la misma tierra procedente de la excavación.

Su localización, diseño y dimensiones se detallan en el Anejo nº 7 y en los Planos nº 4, nº 5 y nº 10.

Extendido de la tierra vegetal

La tierra vegetal extraída al principio de las obras, se extenderá sobre los taludes de terraplén de mayor altura. Para ello se utilizará una pala cargadora. Esto permitirá que los taludes sean fácilmente colonizados por la vegetación, aumentando así su estabilidad.

Señalización de la vía

Se colocarán algunas señales indicativas en el punto inicial de la vía. Las señales son:

- Prohibido el acceso a vehículos de más de dos ejes. Se colocaran para evitar que circulen vehículos con góndola o remolques que se puedan encontrar con problemas a lo largo de la vía (1 señal).
- Velocidad limitada a 30 km/hora. (1 señal)

2.8 Descripción de la maquinaria a utilizar

2.8.1 Tractor de orugas o cadenas

Es la máquina más utilizada en trabajos de este tipo ya que se considera que puede ejecutar la mayoría de las operaciones tales como el desbroce, la excavación, el terraplenado y el transporte de tierra. Puede mover grandes volúmenes de tierra a cortas distancias y gran velocidad.

Su característica principal es la hoja de empuje. Ésta tiene una movilidad que depende de las características del tractor siendo el más versátil el tipo "Tiltadozer". La mayoría de los tractores de cadenas llevan diversos complementos según las operaciones que vayan a realizar, como rippers y cabestrantes. Los rippers son muy útiles ya que permiten disgregar terrenos muy compactados permitiendo que la hoja del tractor arranque los materiales de forma más efectiva. Además presentan un valor de seguridad añadido en caso de deslizamiento de la máquina actuando como ancla.



La forma de operar es la siguiente:

Los tramos de camino a media ladera deberán comenzar lo más arriba posible para aprovechar al máximo las ventajas del trabajo en descenso. Se deberá crear una plataforma horizontal que permita al tractor maniobrar y desplazarse para poder trabajar.

Para la construcción de la plataforma en terrenos con pendiente transversal acentuada se deberá proceder de la siguiente manera:

El tractor, con la pala en posición recta se situará sobre el terreno de cimentación del camino en posición de descenso siguiendo la línea de máxima pendiente. Bajando la cuchilla al máximo excavará y apartará la tierra ladera abajo, así se conseguirá una plataforma mixta, mitad desmonte y mitad terraplén. El ancho de la plataforma será, al menos, igual al largo de la cuchilla, y tendrá una longitud mínima de una vez y media la del tractor.

Cuando esté construida la plataforma se situará en ella la maquina para continuar los trabajos siguiendo el perfil longitudinal del camino, si es posible en descenso. Se deberá conseguir un perfil transversal plano mediante sucesivas pasadas, para evitar la tendencia al deslizamiento del tractor hacia fuera.

De este manera se comenzará a excavar la ladera, el conductor bajará la hoja del tractor y avanzará mientras, la carga y la estabilidad de la maquina se lo permitan. Si el tractor perdiera estabilidad, el conductor hará girar el tractor alrededor de una de sus cadenas, con lo que la hoja recorrerá un arco, extendiendo la carga y formando una nueva plataforma en la que el tractor podrá iniciar una nueva excavación.

El tractor es capaz de realizar el transporte de grandes cantidades de material a cortas distancias y con gran velocidad. La distancia máxima que recorrerá será de 150 metros Esta tarea se efectuará de la siguiente manera:

El tractor se pondrá en marcha hacia delante en primera velocidad y el conductor bajará la cuchilla unos centímetros. Bajo el peso del tractor la cuchilla penetra en el suelo y empuja el material que se acumula frente a ella hasta llenarse. Se prosigue empujando los materiales en segunda marcha hasta el punto colector, donde serán acumulados o extendidos levantando la cuchilla según convenga. Durante toda la

maniobra el maquinista deberá controlar rigurosamente la posición de la cuchilla, compensando en todo momento su tendencia a elevarse (acumulación) o descender (excavación) mediante una ligera corrección en sentido contrario a la posición de la cuchilla.

Siempre que sea posible, las excavaciones se harán en descenso de manera que la fuerza de la gravedad ayude a la tarea de la excavación, la cual requiere mucha fuerza por parte de la maquina.

En la ejecución de los terraplenes el tractor extenderá capas sucesivas de 30 cm de espesor, que será arrastrado delante de la hoja desde el lugar donde excava el material. Al llegar al final del recorrido el conductor levantará la cuchilla para formar un pequeño repecho a lo largo de la línea de descarga, el cual será empujado en cada pasada y evitará que la maquina pueda caer por el terraplén en construcción. Estas pasadas, si el suelo es mullido, conseguirán un apisonado notable del suelo sólo por efecto del peso y de las vibraciones del tractor. Por lo tanto, un relleno hecho según este método tendrá solo un hundimiento mínimo. Cuando el terraplén es continuación de un desmonte, sobre todo al franquear una vaguada, convendrá hacer el relleno longitudinalmente para utilizar los materiales de la excavación.

2.8.2 Pala cargadora

Si la distancia de transporte es superior a los 150 metros se usará la pala cargadora para las maniobras de excavación, carga y transporte, ayudada por un camión basculante.

La mayor parte de la excavación la llevará a cabo la pala cargadora con la parte inferior del cucharón, en sentido horizontal o inclinado ligeramente hacia abajo.

Cuando la descarga está cerca del punto de excavación, como en la descarga lateral, o en la carga de un camión colocado adecuadamente, el mantenimiento de un ciclo rápido es usualmente más importante que la obtención de cargas máximas en cada pasada.

El mejor sistema de circulación para la excavación y descarga, siempre y cuando las condiciones de la obra lo permitan, es aquel en el cual el camión está estacionado formando un ángulo de 45° con el banco, de manera que las vueltas de la pala cargadora son igualmente de 45°. En esta posición algunas cargas pueden llevarse girando desde el banco hasta el interior del camión con un mínimo movimiento de retroceso, aumentándose así notablemente la velocidad de carga.



2.8.3 Camión basculante

El camión basculante será utilizado junto con la pala cargadora que será la maquina que deposite el material en la caja basculante de este para su transporte. La manera normal de proceder será que el camión se aproximará marcha atrás en un ángulo de 45° a la zona de carga para que la pala cargadora sólo necesite dar un cuarto de vuelta para vaciar. El camión ha de estar a una distancia tal que el tiempo que la pala cargadora invierte en avanzar no supere el tiempo empleado para levantar el cucharón. A menudo es necesario mover el camión mientras se esta llenando. El conductor no debe permanecer en la cabina durante la carga.



2.8.4 Motoniveladora

Es la maquina encargada de eliminar las pequeñas irregularidades que presenta el terreno. También se utiliza para extender pequeños volúmenes para la creación de las cunetas y para el refinado de taludes. A continuación se detallan esas operaciones:

El extendido consiste en distribuir los materiales que previamente han sido depositados en el centro o bordes del camino. Durante el extendido de materiales, situados estos previamente en el borde y centro de la plataforma, la orientación de la cuchilla será de unos 70° a 80° con respecto al borde cortante, consiguiéndose así un ángulo de incidencia de unos 90° . Las tongadas se extenderán en capas uniformes de entre 20 y 40 cm y paralelas a la plataforma de explanación.

Durante la nivelación se darán varias pasadas. En la primera la hoja de la máquina se dispondrá formando un ángulo de 50° con el eje longitudinal de la máquina. En la segunda la cuchilla se situará casi perpendicularmente al eje de la máquina y estará inclinada ligeramente hacia delante, en función de la velocidad de marcha, de forma que arrastre los montículos y rellene los surcos de la plataforma, vertiendo el exceso lateralmente. Para el último refinado la hoja se colocará de forma casi perpendicular al eje longitudinal.

Para ejecutar el refinado de los taludes se ha de establecer el perfil definitivo del fondo de la cuneta y del borde del camino. La hoja se pasará de manera que el camino quede con el ancho definitivo. Las tierras depositadas sobre la plataforma del camino se distribuyen de modo que adquieran su perfil definitivo.

Para el desplazamiento de materiales la hoja se dispondrá formando un ángulo de 45° con el eje longitudinal del camino y con el borde cortante en posición horizontal. De esta forma, las tierras dispuestas en un montón más o menos continuo al borde del camino serán desplazadas hacia el centro del mismo. En una segunda pasada, o en una pasada marcha atrás, las tierras serán desplazadas en parte hacia el borde contrario del camino. Finalmente, con la hoja formando un ángulo de 50° con el eje longitudinal de la motoniveladora y con la inclinación que corresponde al perfil transversal del camino, realizará las pasadas necesarias para extender las tierras y dar al camino el perfil definitivo.

Durante el refinado de taludes la máquina no puede ser empleada a pleno rendimiento, pues en la posición en que tiene que funcionar su inestabilidad aumenta con la velocidad. La hoja se dispondrá formando un ángulo con respecto al eje del camino de unos 35° y atacará el talud hasta una profundidad máxima de 30 centímetros, siendo la inclinación de la cuchilla la que corresponda al talud. A continuación se cambiará la inclinación de la cuchilla y se perfilará la cara superior de la explanación, extendiendo las tierras depositadas anteriormente y estableciendo así el perfil definitivo del camino.

Para la creación de cunetas se inclinará la hoja de forma que un extremo quede elevado y el otro pueda dar la forma deseada al terreno. La motoniveladora podrá circular paralela a la cuneta o discurrir sobre ella.



2.8.5 Rodillo vibrante

Esta máquina está provista de un rodillo en su parte delantera. Además de presionar el terreno mediante su propio peso, el rodillo vibra, favoreciendo la colocación de las partículas y consiguiendo un mejor compactado. Es conveniente que el terreno tenga una humedad determinada para obtener resultados satisfactorios, por lo que es habitual que junto a esta máquina trabaje una cuba de riego acoplada a un tractor.



2.8.6 Cuba de riego

Lo más habitual es que un tractor agrícola arrastre una cuba. Una bomba con un difusor, conectada a la toma de fuerza del tractor, es la encargada de distribuir el agua de forma uniforme sobre el terreno. Una vez obtenido el grado de humedad óptimo, el rodillo será el encargado de compactar el terreno.

La cuba de riego juega un papel muy importante para evitar el transporte de elementos finos (polvo) procedentes del movimiento de tierras. Para ello se realizan riegos de forma periódica que consiguen fijar esas partículas al suelo.



2.8.7 Retroexcavadora

Esta máquina posee en su parte delantera un brazo hidráulico provisto de un cucharón cuya capacidad puede variar entre 0'4 y 1'3 m³ y cuya elección se deberá valorar adecuadamente, ya que una mayor capacidad podrá acelerar los trabajos, si bien esto supone un aumento del peso y de la anchura de corte que puede hacer disminuir el rendimiento de la operación.

Además tiene la capacidad de rotar sobre si misma, incrementando de forma notable el rendimiento en la realización de vaciados y zanjas. Puede estar dotada de ruedas o cadenas para desplazarse.

Su uso principal es la realización de zanjas aunque es posible utilizarla para la formación de taludes.



3. INGENIERÍA DE LAS INFRAESTRUCTURAS

3.1 Sección longitudinal

3.1.1 Pendiente de la vía

El mayor condicionante de la vía es el movimiento de tierras que se realiza, ya que determinará fundamentalmente el coste del proyecto. La dotación económica para la vía es reducida así que se intentará reducir en lo posible el movimiento de tierras. En dicho movimiento influye la anchura de la vía y la pendiente. La pendiente máxima que se ha considerado es del 15%, siendo en general menores al 12%.

En los perfiles longitudinales mostrados en el Plano nº 5: Perfil longitudinal se muestran las pendientes de cada uno de los tramos de la rasante.

3.1.2 Radio mínimo

La topografía de la zona y la necesidad de reducir los movimientos de tierras, condiciona el radio de las curvas que se proyectan. Radios pequeños permiten reducir los movimientos de tierras aunque son menos seguros que radios mayores.

Teniendo en cuenta la baja intensidad de tráfico y la abrupta topografía de la zona, se ha optado por utilizar un radio mínimo de 15 metros. Este radio solo se ve reducido en una curva en todo el trazado de la vía, a la que se le ha dado un radio de 10 metros, dentro del casco urbano de Paradela, pero la cual tiene un ángulo grande, por lo que la curva no resulta demasiado cerrada.

3.2 Sección transversal

La sección transversal esta compuesta por la plataforma, la cuneta y los taludes de desmonte y terraplén.

3.2.1 Plataforma

La plataforma de la vía es la superficie comprendida entre los bordes de la calzada. La anchura de la plataforma es de 3 metros. Con el fin de facilitar la evacuación de agua, se dota a la plataforma de un bombeo superficial con una pendiente del 2% desde el eje de la vía hacia ambos lados de la plataforma (cuneta o talud de terraplén).

3.2.2 Capa de rodadura

El dimensionado del espesor del firme esta en función de:

- El tráfico que va a soportar.
- Las condiciones geotécnicas de la explanada.
- La naturaleza de los materiales del firme

Teóricamente el firme se compone de tres capas: sub-base, base y capa de rodadura, aunque no es necesario que estén todas presentes.

En este Proyecto, se va a utilizar como firme los propios materiales de la zona, que como se justifica en el Estudio Geotécnico, son aptos para la construcción de la vía

Para el cálculo del espesor del firme existen diversos métodos empíricos, de los cuales se suele utilizar únicamente el índice de Grupo, pues es muy válido para suelos con índices de plasticidad como el nuestro, y sobre vías, que por sus características y objetivos no es necesario diseñar un firme de calidad superior, como es el de aglomerado asfáltico. Se ha proyectado utilizar como firme el suelo natural estabilizado con tierra procedente de la propia excavación.

El método del índice de Grupo, supone que la capa freática no va a subir por encima de 1 m de distancia de la base, y que la explanación estará compactada como mínimo a un 95% del Proctor Normal. Es previsible que ambas condiciones se cumplan.

El espesor del firme según el tipo de tráfico previsto que circule por la pista, en función del número de camiones diarios, se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Espesor del firme en función de la IMD.

TIPO DE TRÁFICO	IMD	ESPESOR DE LA CAPA DE RODADURA (cm)
Ligero	<50 camiones diarios	15
Medio	50-300 camiones diarios	22'5
Pesado	>300 camiones diarios	30

Esta tabla permite hacerse una idea del espesor de firme necesario según el tipo de IMD. En nuestro caso la IMD es muy inferior a 50, por lo que se considera que los áridos procedentes de los desmontes son adecuados para constituir el firme de la vía.

3.2.3 Pendiente transversal

El bombeo es fundamental para el mantenimiento del buen estado del firme, ya que evita una excesiva infiltración de agua en el firme, al proporcionar cierta pendiente al mismo, provocando que el agua que se ha depositado en el firme escurra hacia la cuneta donde será evacuada, o hacia el talud de terraplén.

La pendiente transversal a dar al camino depende de diversos factores como la rugosidad del firme, la pendiente longitudinal, la pluviometría de la zona, el tipo de tráfico, etc. pero hay que tener en cuenta que existen valores mínimos y máximos que no es recomendable rebasar.

- Mínimo: 1'5% para facilitar la rápida evacuación de agua
- Máximo: 3% para asegurar la circulación de vehículos.

Teniendo en cuenta estos valores, se considera adecuada la pendiente transversal del 2%.

3.2.4 Sobreanchos

En este proyecto no se considera necesario realizar sobreanchos ya que las curvas no tienen radios excesivamente pequeños.

3.2.5 Peralte

En esta vía no se llevará a cabo la construcción de peraltes ya en este caso supondría un encarecimiento innecesario de la obra.

3.2.6 Entronques

No es necesaria su proyección ya que en la presente vía no existen intersecciones o cruces.

3.2.7 Apartaderos

A lo largo de toda la longitud de la vía, se construirán dos apartaderos que permitan el cruce de vehículos.

Sus dimensiones serán de 10 metros de largo, resultando útiles 8 metros. Su anchura será de 1 metro, es decir, en los apartaderos la anchura de la vía pasara de 3 a 4 metros, suficiente para el paso de dos vehículos todoterreno de tamaño estándar.

3.2.8 Pendiente de los taludes

La pendiente de los taludes es la siguiente:

- Desmote: 70°
- Terraplén: 60°

El cálculo de su diseño se muestra en el Anejo nº 8.

3.3 Obras de drenaje

Las obras de drenaje proyectadas para la vía son las cunetas y los caños para el paso del caudal de los arroyos. Los parámetros para su dimensionado son el caudal a desaguar y la pendiente del terreno, fundamentalmente.

Las obras de drenaje sirven para evacuar el agua de la obra, proteger el firme y la plataforma, de ello se encargan las cunetas que son zanjas longitudinales abiertas en el terreno, en la base de los taludes de desmote.

Para que se produzca un desagüe eficaz, la pendiente del firme no puede ser en ningún momento del 0% ya que la cuneta tiene la misma pendiente que la rasante de la vía.

La cuneta se sitúa en el lado de desmote. La sección es triangular, sin ningún revestimiento, de 0'5 m de ancho y 0'5 m de profundidad.

Los caños se colocarán en el cruce de la vía con los arroyos, tienen un diámetro interior de 50 cm y se colocan con una inclinación del 2%.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 11: Plan de obra

ÍNDICE ANEJO 11

1. Previsión de tiempos de ejecución	81
2. Plan de ejecución	84
3. Conclusiones	85

1. PREVISIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN

El programa de ejecución de la obra se establece según los rendimientos de la maquinaria y la mano de obra y la cuantía de cada unidad de obra a realizar. Conocidos estos datos se puede calcular el tiempo necesario para la ejecución de cada unidad de obra, así como de la obra total.

A continuación se muestra el tiempo empleado en horas para cada unidad de obra según los capítulos correspondientes.

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza

- Colocación de panel informativo.

Tiempo empleado: 2'5 h.

- Replanteo de la traza

Rendimiento de 90 m/hora

Unidades = 3.577 m

$3.577 / 90 = 39'7$ horas

$39'7$ horas / 8 horas/día = $4'96 \approx 5$ días

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Rendimiento de 200 m²/h

Unidades= 17.695'82 m²

$17.695'82 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2/\text{h} = 88'48$ horas

$88'48$ horas / 8 horas/día = $11'06$ días ≈ 12 días

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Rendimiento de 250 m²/h

Unidades = 17.695'82 m²

$17.695'82 \text{ m}^2 / 250 \text{ m}^2/\text{h} = 70'78$ horas

$70'78$ horas / 8 horas/día = $8'85 \approx 9$ días

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Rendimiento de 40 m³/h

Unidades = 3.531'96 m³

$3.531'96 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^3/\text{h} = 88'30 \text{ horas}$

$88'30 \text{ horas} / 8 \text{ horas/día} = 11'03 \approx \mathbf{12 \text{ días}}$

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

- Desmonte en tierra con medios mecánicos, excavación de cuneta y transporte de productos sobrantes

Rendimiento de 40 m³/h

Unidades = 8.523'64 m³

$8.523'64 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^3/\text{h} = 213'09 \text{ horas}$

$213'09 \text{ horas} / 8 \text{ horas/día} = 26'64 \text{ días} \approx \mathbf{27 \text{ días}}$

- Formación de terraplenes a partir de productos procedentes de la excavación.

Rendimiento de 40 m³/h

Unidades = 6.232'71 m³

$6.232'71 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^3/\text{h} = 155'82 \text{ horas}$

$155'82 \text{ horas} / 8 \text{ horas/día} = 19'48 \text{ días} \approx \mathbf{20 \text{ días}}$

Capítulo 06: Refino de la plataforma

- Perfilado y refino de taludes

Rendimiento de 200 m²/h

Unidades = 13.721'58 m²

$13.721'58 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2/\text{h} = 68'61 \text{ horas}$

$68'61 \text{ horas} / 8 \text{ horas/día} = 8'57 \text{ días} \approx \mathbf{9 \text{ días}}$

- Nivelación de la plataforma y bombeo del 2%

Rendimiento de 2.500 m/h

Unidades = 3.577 m

$3.577 \text{ m} / 2500 \text{ m/h} = \mathbf{1'43 \text{ horas}}$

- Asurcado del terreno

Rendimiento de 5.000 m/h

Unidades = 3.577 m

$3.577 \text{ m} / 5000 \text{ m/h} = \mathbf{0'71 \text{ horas}}$

Capítulo 07: Compactación de la explanada

- Humidificación de la explanada y compactación.

Rendimiento de 1.500 m/h

Unidades = 3.577 m

$3.577 \text{ m} / 1.500 \text{ m/h} = \mathbf{2'38 \text{ horas}}$

Capítulo 08: Obras de fábrica

- Colocación completa de las obras de fábrica.

Tiempo empleado: **2 días**

Capítulo 09: Extendido de la tierra vegetal

Rendimiento de 60 m³/hora

Unidades = 3.531'96 m³

$3.531'96 \text{ m}^3 / 60 \text{ m}^3/\text{hora} = 58'86 \text{ horas}$

$58'86 \text{ horas} / 8 \text{ horas/día} = 7'36 \text{ días} \approx \mathbf{8 \text{ días}}$

Capítulo 10: Señalización de la vía

- Colocación de señales indicativas

Tiempo empleado: **5 horas**

2. PLAN DE EJECUCIÓN

En este apartado se indica mediante tablas el plan de obra previsto, por semanas, a partir de los resultados obtenidos anteriormente.

Tabla 23. Plan de obra.

Operaciones	Nº de semana								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Señalización y replanteo	X								
Tala y retirada de los árboles		X	X	X					
Limpieza y desbroce				X	X	X			
Retirada de la capa de tierra vegetal						X	X	X	
Desmontes y terraplenes									X

Tabla 23 (cont.). Plan de obra

Operaciones	Nº de semana								
	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º	17º	18º
Desmontes y terraplenes	X	X	X	X	X				
Refino de la plataforma					X	X	X		
Compactación de la explanada							X		
Obras de fábrica							X		
Extendido de la tierra vegetal								X	X
Señalización de la vía									X

3. CONCLUSIONES

Para la realización de la vía forestal se ha considerado la semana de 5 días y cada día de 8 horas.

Este tiempo podría ser reducido mediante la realización de trabajos simultáneos siempre que sea posible, evitando tiempos muertos. En algunas actuaciones se pueden reducir los tiempos invertidos aumentando los medios empleados tanto en maquinaria como en mano de obra.

Existen actuaciones en las que no conviene aumentar el exceso de medios mecánicos empleados, ya que la saturación de la maquinaria en la vía puede producir la invasión del monte fuera del área de ocupación, provocando daños, pudiendo llegar a ser irreversibles.

Del gráfico se deduce que el plazo de ejecución de la obra, a partir de la fecha de adjudicación será de una duración máxima de 18 semanas (86 días).

Los trabajos se realizarán en primavera-verano, evitando interrupciones por condiciones meteorológicas adversas como lluvias, heladas y nieblas.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 12: Justificación de precios

ÍNDICE ANEJO 12

1. Introducción	86
2. Precios básicos	86
2.1. Mano de obra	86
2.2. Materiales a pie de obra	87
2.3. Maquinaria	87
3. Precios de las unidades de obra	88

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se completará la información referente al cálculo del presupuesto de la construcción de la vía forestal. Para ello se estructurará en varios apartados:

- Precios básicos.
 - Mano de obra
 - Materiales a pie de obra
 - Maquinaria utilizada
- Precios de las unidades de obra.

Se determina para cada unidad de obra el precio de mano de obra, materiales y maquinaria que, al incrementarles un porcentaje en concepto de medios auxiliares, componen los denominados “costes directos”.

Se tomarán los medios auxiliares como un 2'5% de la suma de mano de obra, material y maquinaria. Los medios auxiliares se definen como pequeñas tareas realizadas en cada unidad de obra que son difícilmente medibles.

Antes de determinar los costes directos habrá que calcular los “precios elementales” de la mano de obra (precio de cada categoría laboral en €/hora), de los materiales (precio de cada material a pie de obra) y de la maquinaria (precio en €/hora).

2. PRECIOS BÁSICOS

Los precios de este proyecto proceden de precios de mercado.

2.1 Mano de obra

Categoría	Precio (€/h)
Capataz	20'53
Oficial de 1ª	16'12
Peón especializado régimen general	14'55
Peón régimen general	13'86
Ayudante	16'06
Topógrafo	26'17

2.2 Materiales a pie de obra

Material	Ud.	Precio (€)
Agua	m ³	0'50
Tubo de hormigón centrifugado de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior.	ud	59'95
Panel informativo de acero galvanizado	ud	98'50
Embocadura de hormigón	ud	197'14
Señal circular D=60 cm	ud	43'64

2.3 Maquinaria

Maquinaria	Precio (€/h)
Motosierra gasolina L=40 cm, 1'32 CV	4'35
Tractor de cadenas 135 CV	66'00
Pala cargadora cadenas 130 CV/1'8 m ³	72'42
Camión basculante 4x4 14 t	46'32
Cisterna agua s/camión 10.000 l	34'00
Motoniveladora de 200 CV	76'89
Retroexcavadora hidráulica 131/160 CV	73'14
Rodillo vibrante autopropulsado mixto 15 t	41'00

3. PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
ud	Panel informativo en chapa de acero galvanizado de 2'5 x 1'5 m con dos soportes de tubo, incluyendo excavación, hormigonado y colocación.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'5 h	Capataz	20'53	10'26
2'5 h	Peón especializado régimen general	14'55	36'37
	Maquinaria		
	Resto de obra y materiales:		
	Panel informativo de acero galvanizado		98'50
	Costes indirectos 2'5%		3'63
		Total partida	148'76 €

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
horas	Equipo de replanteo, formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
1 h	Topógrafo	26'17	26'17
1 h	Auxiliar de topógrafo	16'06	16'06
1 h	Peón régimen general	13'86	13'86
	Maquinaria		
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		1'40
		Total partida	57'49 €

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ²	Tala de todo el arbolado existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte a vertedero.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'005 h	Capataz	20'53	0'10
0'005 h	Peón especializado régimen general	14'55	0'07
	Maquinaria		
0'005 h	Tractor de cadenas 135 CV	66'00	0'33
0'005 h	Motosierra gasolina L=40 cm, 1'32 CV	4'35	0'02
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'01
		Total partida	0'53 €

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ²	Desbroce de toda la vegetación existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte al vertedero.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'004 h	Capataz	20'53	0'08
0'004 h	Peón régimen general	13'86	0'05
	Maquinaria		
0'004 h	Tractor de cadenas 135 CV	66'00	0'26
0'004 h	Pala cargadora cadenas 130 CV/1'8 m ³	72'42	0'29
0'004 h	Camión basculante 4x4 14 t	46'32	0'19
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'02
		Total partida	0'89 €

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ³	Excavación de los primeros 20 cm de la capa de tierra vegetal de toda la superficie de ocupación de la vía, incluyendo carga y transporte al lugar de acopio.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'025 h	Capataz	20'53	0'51
0'025 h	Peón régimen general	13'86	0'35
	Maquinaria		
0'025 h	Tractor de cadenas 135 CV	66'00	1'65
0'025 h	Pala cargadora cadenas 130 CV/1'8 m ³	72'42	1'81
0'025 h	Camión basculante 4x4 14 t	46'32	1'16
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'14
		Total partida	5'62 €

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ³	Desmonte en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluyendo excavado de cuneta, y transporte de los productos de la excavación a lugar de acopio o vertedero.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'025 h	Capataz	20'53	0'51
0'025 h	Peón régimen general	13'86	0'35
	Maquinaria		
0'025 h	Tractor de cadenas 135 CV	66'00	1'65
0'025 h	Retroexcavadora hidráulica 131/160 CV	73'14	1'83
0'025 h	Camión basculante 4x4 14 t	46'32	1'16
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'14
		Total partida	5'64 €

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ³	Terraplén con productos procedentes de la excavación, vertido y extendido mediante pala cargadora.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra (Incluida en cuadro anterior)		
	Maquinaria		
0'025 h	Pala cargadora cadenas 130 CV/1'8 m ³	72'42	1'81
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'07
		Total partida	1'88 €

Capítulo 06: Refino de la plataforma

Unidad	Descripción		
m ²	Perfilado y refino de taludes en desmante o terraplén en terreno y perfilado de cuneta, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a vertedero, correctamente terminado.		
		Precio por hora	Precio total
0'005 h	Mano de obra Capataz	20'53	0'10
0'005 h	Peón régimen general	13'86	0'07
0'005 h	Maquinaria Motoniveladora de 200 CV	76'89	0'38
	Resto de obra y materiales: Costes indirectos 2'5%		0'01
		Total partida	0'56 €

Unidad	Descripción		
m	Nivelación de la plataforma mediante motoniveladora, dando pendiente de bombeo del 2%.		
		Precio por hora	Precio total
0'0004 h	Mano de obra Capataz	20'53	0'01
0'0004 h	Peón régimen general	13'86	0'01
0'0004 h	Maquinaria Motoniveladora de 200 CV	76'89	0'03
	Resto de obra y materiales: Costes indirectos 2'5%		0'01
		Total partida	0'06 €

Unidad	Descripción		
m	Asurcado del terreno con motoniveladora.		
		Precio por hora	Precio total
0'0002	Mano de obra Capataz	20'53	0'01
0'0002	Peón régimen general	13'86	0'01
0'0002	Maquinaria Motoniveladora de 200 CV	76'89	0'01
	Resto de obra y materiales: Costes indirectos 2'5%		0'01
		Total partida	0'04 €

Capítulo 07: Compactación de la explanada

Unidad	Descripción		
m	Humidificación del material con un camión cuba hasta alcanzar la humedad óptima y compactación del firme con rodillo vibrante autopropulsado de 15t.		
		Precio por hora	Precio total
0'0007 h	Mano de obra		
	Capataz	20'53	0'01
0'0007 h	Peón régimen general	13'86	0'01
0'0007 h	Maquinaria		
	Cisterna agua s/camión 10.000 l	34'00	0'02
	Rodillo vibrante autopropulsado mixto 15 t	41'00	0'03
0'0007 h	Resto de obra y materiales:		
	0'003 m ³ de agua para riego		0'01
	Costes indirectos 2'5%		0'01
		Total partida	0'09 €

Capítulo 08: Obras de fábrica

Unidad	Descripción		
m ³	Excavación de 8 zanjas, con retroexcavadora, transversalmente a la calzada, de 0'8 m de profundidad y 0'5 m de anchura.		
		Precio por hora	Precio total
0'025 h	Mano de obra		
	Capataz	20'53	0'51
0'025 h	Peón régimen general	13'86	0'35
0'025 h	Maquinaria		
	Retroexcavadora hidráulica 131/160 CV	73'14	1'83
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'07
		Total partida	2'76 €

Unidad	Descripción		
ud	Colocación de tubería de hormigón, de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior, colocación de embocadura de hormigón, y cubrición con tierra procedente de la excavación, totalmente terminado.		
		Precio por hora	Precio total
2 h	Mano de obra		
	Capataz	20'53	41'06
2 h	Peón régimen general	13'86	27'72
	Maquinaria		
	Resto de obra y materiales:		
	Tubo de hormigón centrifugado de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior.		59'95
	Embocadura de hormigón		197'14
	Costes indirectos 2'5%		7'85
		Total partida	333'72 €

Capítulo 09: Extendido de tierra vegetal

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
m ³	Transporte de la tierra vegetal desde el lugar de acopio, extendido en los taludes de terraplén mediante pala cargadora.		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'017 h	Capataz	20'53	0'35
0'017 h	Peón régimen general	13'86	0'24
	Maquinaria		
0'017 h	Pala cargadora cadenas 130 CV/1'8 m ³	72'42	1'23
0'017 h	Camión basculante 4x4 14 t	46'32	0'79
	Resto de obra y materiales:		
	Costes indirectos 2'5%		0'07
		Total partida	2'68 €

Capítulo 10: Señalización de la vía

Unidad	Descripción	Precio por hora	Precio total
ud	Señal circular de diámetro 60 cm, normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada		
		Precio por hora	Precio total
	Mano de obra		
0'5 h	Capataz	20'53	10'26
2'5 h	Peón especializado régimen general	14'55	36'37
	Maquinaria		
	Resto de obra y materiales:		
	Señal circular D=60 cm		43'64
	Costes indirectos 2'5%		2'26
		Total partida	92'53 €

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 13: Normas de explotación

ÍNDICE ANEJO 13

1. Introducción	94
2. Degradación del suelo	94
2.1. Variación de la granulometría en superficie	94
2.2. Inversión del bombeo	95
2.3. Reversibilidad del firme	95
2.4. Pérdida de la eficacia del sistema de drenaje	95
3. Normas para la explotación de la vía	96
3.1. Mantenimiento del firme	96
3.2. Mantenimiento de los taludes	96
3.3. Mantenimiento del sistema de drenaje	96

1. INTRODUCCIÓN

Una vez terminada la construcción y mejora de la vía forestal a proyectar, es de suma importancia su mantenimiento para que permanezca en buenas condiciones de seguridad para todo el trayecto.

Se establecerán una serie de labores de conservación, cuyos objetivos son:

- Prolongar al máximo la vida útil de la vía forestal
- Reducir los costes de explotación de la misma.
- Permitir un uso seguro y eficiente en toda su extensión.

Vamos a estudiar los procesos de degradación de la vía, debido al uso y formas preventivas y correctoras necesarias para conseguir la permanencia de esta en el tiempo y amortizar la inversión realizada.

2. DEGRADACIÓN DEL SUELO

Los procesos de degradación de la vía están relacionados fundamentalmente con el tráfico rodado y las condiciones meteorológicas del lugar.

Vamos a comentar los procesos de degradación más comunes.

2.1 Variación de la granulometría en superficie

La cohesión de un suelo depende, sin adición de productos, reside en las arcillas, que tienen una elevada fuerza de cohesión en estado seco, disminuyendo esta al aumentar en humedad.

Durante los procesos de compactación se produce una alteración de la granulometría en la zona superficial, aumentando el número de elementos finos en superficie, y quedando al descubierto son más susceptibles de sufrir procesos de degradación.

Esta pérdida de elementos finos depende fundamentalmente de:

Plasticidad

Cuanto mayor sea la plasticidad mayor será la fuerza de cohesión en el período seco, ofreciendo una mayor resistencia al esfuerzo producido por los vehículos circulantes de la vía. En cambio en el período húmedo, cuanto más plástico es el material, menor fuerza de cohesión, quedando los elementos más sueltos al llegar la retracción.

El tráfico

En períodos secos, con velocidades de circulación elevadas se generan unas nubes de polvo formadas con los elementos finos desprendidos del firme. Con velocidades lentas, la fuerza de cohesión de las arcillas es superior al esfuerzo ejercido por el coche.

Agentes atmosféricos

La lluvia arrastra los elementos finos del firme hacia las cunetas, con una fuerza proporcional a la intensidad de la precipitación y a la fuerza de arrastre, que depende de la pendiente longitudinal y transversal del camino.

La acción de los agentes atmosféricos y el tráfico hace que disminuya el contenido de finos progresivamente.

2.2 Inversión del bombeo

La inversión de bombeo es un fenómeno que se produce en la zona de rodadura, ya que esta soporta un tráfico superior al resto de la sección del firme, con lo que el desgaste es mayor en dicha zona.

Con el paso de vehículos el firme de la franja de rodadura va pasando de una forma convexa hacia el exterior a una cóncava. Esta inversión acelera la degradación del firme, ya que permite la acumulación de las aguas reblandeciendo el firme y disminuyendo su capacidad portante.

2.3 Reversibilidad del firme

El índice de plasticidad regula junto con las lluvias y el tráfico, la reversibilidad del firme. Es de destacar, de que manera se produce un importante cambio en el aspecto y en las condiciones para el tráfico en cuanto a seguridad y comodidad de la vía forestal.

Para índices plásticos como el nuestro, en períodos secos el firme presenta un cierre perfecto, en cambio, con lluvias abundantes se reblandece, quedando marcadas las rodaduras que empeoran su aspecto. Al cesar las precipitaciones, el tráfico rodado mejora el aspecto del firme, de tal modo que desaparecen las huellas marcadas por el mismo.

2.4 Pérdida de la eficacia del sistema de drenaje

Vamos a considerar aspectos fundamentales.

Bombeo

Existe una retención de agua en el firme, sin ser esta correctamente evacuada por la pendiente transversal proyectada para la vía. Esta retención se produce por las rodadas de los vehículos, que acumulan agua de lluvia por los motivos explicados con anterioridad y hace que esta agua no circule hacia las cunetas o el talud de terraplén para su desagüe.

Cunetas

Debido al depósito de áridos y finos, el crecimiento de la vegetación y a la caída de piedras, la sección de las cunetas se degrada con lo que la capacidad de evacuación decrece si no se siguen las labores de mantenimiento.

Caños

Se proyectan para evitar que el agua de los arroyos atraviese el camino por encima del firme. Conllevan grandes problemas de obstrucción debido a los materiales arrastrados por el curso de agua que se acumulan en entrada en interior de la tubería.

3. NORMAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA VÍA

Debido a los problemas planteados en los apartados anteriores, para conseguir una mayor duración de la vía en el tiempo, hay que actuar para evitar dicha situación. Para ello se establecen una serie de normas según las distintas degradaciones dadas con el tiempo y uso de la vía, con el fin de conseguir los objetivos buscados.

3.1 Mantenimiento del firme

Se expondrán una serie de normas de carácter general de acuerdo a los fenómenos que se producen:

- Para evitar la variación en la granulometría en superficie, que se produce a causa de las precipitaciones, se establece una velocidad máxima admisible para la circulación de 30 km/h, evitando la pérdida de elementos finos y gruesos por desprendimiento.
- Para controlar la inversión del bombeo, se restringirá el paso de vehículos muy pesados, que por otra parte, tienen dificultada para transitar por esta vía.

La norma correctora para la reparación del firme para corregir el bombeo y darle su forma inicial. Dicha corrección se realizará humedeciendo la capa superficial mediante el riego de un camión cuba. Con el paso de una motoniveladora dando el bombeo al firme y la compactación de este se realizará con un rodillo vibrante, la densidad alcanzada con esa compactación será del 100% del Ensayo Proctor Normal, para lo cual la humedad de compactación será la óptima o ligeramente inferior.

En cuanto a la reversibilidad del firme, la conducción en épocas altas de precipitaciones puede ser peligrosa, ya que existe el riesgo de formarse rodadas y encharcamientos, limitando la velocidad de la circulación.

3.2 Mantenimiento de los taludes

En el caso de que se produjese algún desprendimiento o deslizamientos de los taludes de la vía habría que proceder a su inmediata reparación para mantener la seguridad de circulación y evitar que las cunetas no lograsen evacuar las aguas. Si se tratase de un punto conflictivo habría que evaluar la necesidad de llevar a cabo alguna obra de protección sobre el talud como un enclavado localizado o un muro de revestimiento.

3.3 Mantenimiento del sistema de drenaje.

Para el mantenimiento de la red de drenaje se emplearán diferentes trabajos, con el fin de conseguir un buen estado de conservación de la vía.

Corrección del bombeo

Se volverá a recuperar el bombeo proyectado, en caso de deterioro, mediante el humedecimiento, nivelación y posterior compactación. De esta forma se logrará evitar los efectos negativos producidos por los regueros y la acción del tráfico.

Cunetas

Las cunetas se perfilaran con la motoniveladora eliminando la vegetación excesiva y elementos como piedras y ramas que impidan el paso del agua, provocando la salida del mismo hacia la plataforma del camino, aumentando su deterioro posterior con el paso del tiempo.

Caños

Los caños se desatascarán en caso de obstrucción por sedimentos finos, piedras y materiales vegetales.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 14: Estudio Básico de Seguridad y Salud

ÍNDICE ANEJO 14

1. Identificación de la obra	98
1.1. Antecedentes y objeto	98
1.2. Situación y delimitación de la obra	98
2. Características de las obras	99
3. Análisis general de riesgos y medidas preventivas	99
3.1. Riesgos detectables	99
3.2. Normas preventivas	99
3.3. Equipos de protección individual (E.P.I.)	100
4. Prevención de riesgos profesionales	100
4.1. Protecciones colectivas	100
4.2. Medicina preventiva y primeros auxilios	100
5. Prevención de riesgos de daños a terceros	101
6. Formación	102
7. Instalaciones de higiene y salud	102

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

1.1 Antecedentes y objeto

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”, para todos los proyectos de obra incluidos en los supuestos previstos en el apartado I de dicho artículo, su promotor se encuentra obligado a redactar un “Estudio de Seguridad y Salud” si se cumple alguno de los siguientes requisitos:

- Si la duración de la obra es mayor de 30 días y se emplean simultáneamente mas de 20 trabajadores.
- Si el presupuesto base de la obra es mayor a o igual a 450.760 euros.
- Si el volumen de la mano de obra supera los 500 días (siendo el volumen de la mano de obra la suma de días de trabajo del conjunto de trabajadores).
- Si se realizan obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El proyecto objeto de este estudio no reúne las condiciones marcadas en dicho Real Decreto por lo que se considera suficiente la realización de un “Estudio Básico de Seguridad y Salud”.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la fase constructiva de la obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidente y enfermedades profesionales, así como los derivados de los diversos trabajos de reparación, conservación y mantenimiento.

Asimismo, de acuerdo con el artículo 7 de este Decreto, el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud sirve para que la empresa constructora lleve a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención y control de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa, de acuerdo con la normativa vigente sobre seguridad y salud.

1.2 Situación y delimitación de la obra

Los trabajos que se contemplan en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se desarrollan en el término municipal de Trabadelo.

El Proyecto objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, se denomina “Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en Trabadelo (León)”

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

La obra objeto del presente proyecto tiene por objeto la ampliación y mejora de la vía forestal que une actualmente el municipio de Trabadelo con el casco urbano de Paradela (población abandonada perteneciente al termino municipal de Trabadelo).

Las obras a realizar y la localización de la misma se describen en la Memoria de este Proyecto y sus correspondientes Anejos.

3. ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

3.1 Riesgos detectables

En este apartado se indican los posibles riesgos que se pueden producir durante la realización de las obras.

- Golpes por o contra objetos y maquinas.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria.
- Agravamientos en el montaje y acoplamiento de implementas en la maquinaria.
- Atrapamientos o aplastamientos
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de materiales transportados
- Ruidos
- Vibraciones
- Riesgos higiénicos por ambientes polvorientos
- Condiciones meteorológicas adversas
- Golpes o cortes con herramientas.
- Lesiones y cortes en brazos y manos
- Lesiones, pinchazos y cortes en pies.
- Dermatitis por contacto con hormigones y morteros.
- Salpicaduras.
- Proyecciones de partículas al cortar materiales.
- Proyección de partículas a los ojos.

3.2 Normas preventivas

En este apartado se indican las acciones destinadas a eliminar o minimizar posibles riesgos.

- Reconocimiento visual de la zona.
- Observación y vigilancia del terreno.
- Las maquinas irán provistas de su correspondiente cabina.
- Entibaciones. Apuntalamientos y apeos.
- Separación de transito de vehículos y operarios.
- Rampas con pendientes y anchuras adecuadas.
- Acotar las zonas de acción de las maquinas.
- Topes de retroceso de vertido y carga de vehículos.

- Se evitaran los periodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible, salvo en circunstancias excepcionales o de emergencia.
- Cuando sea necesario realizar mantenimiento en las maquinas habrán de realizarse siempre en áreas despejadas de vegetación.
- En las operaciones de desbroce en zonas con rocas se evitara el golpeo de estas, para evitar que causen chispas que podrían provocar un incendio.

3.3 Equipos de protección individual (E.P.I.)

Cada equipo de protección individual debe contar con los siguientes elementos:

- Casco de seguridad.
- Ropa impermeable o de protección.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla con filtro mecánico.
- Cinturón antivibratorio.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

4.1 Protecciones colectivas

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Jalones de señalización.
- Extintores de incendios.
- Cabinas para preservar de la intemperie.

4.2 Medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquines

Se deberá disponer de un botiquín para curas de urgencia con el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Estará ubicado en un lugar visible, conocido por los operarios y estará controlado por una persona capacitada que designará la empresa. También habrá botiquines portátiles en los tajos.

La dotación del botiquín será como mínimo la siguiente:

- Vendas.
- Guantes esterilizados desechables.
- Apósitos.

- Esparadrapo hipoalergénico.
- Gasa estéril.
- Algodón estéril.
- Algodón hidrófilo
- Pinzas metálicas.
- Tijeras.
- Agua oxigenada.
- Mercurocromo.
- Tintura de yodo.
- Alcohol de 96°.
- Amoniaco.
- Termómetro clínico.
- Antiespasmódicos y tónicos cardiacos de urgencia.
- Analgésicos.
- Material para realizar torniquetes
- Jeringuillas desechables.

Asistencia a los accidentados

Se informara y consignara en obra de aquellos teléfonos y direcciones de los Centros Médicos asignados para urgencias, servicio de ambulancias, taxis, etc., para asegurar un rápido traslado de los posibles accidentados a los citados Centros Médicos.

Reconocimiento medico

Es obligatorio que todo el personal, antes de comenzar el trabajo en la obra, pase un reconocimiento medico previo. Asimismo, se someterán a las campazas de vacunación que se establezcan.

5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Serán los derivados de la obra y principalmente en los enlaces de los caminos, provocados por la circulación de vehículos y personas ajenas a la obra.

Respecto a los peatones, se colocaran vallas de limitación y protección, balizas luminosas, carteles que prohíban el paso en los puntos de acceso a las obras, zona de acopio de maquinaria, instalaciones, etc.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizaran los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

6. FORMACIÓN

Es obligatorio que toda persona que forma parte de la obra reciba una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que se pueden acarrear, junto con las medidas de seguridad a aplicar.

Hay que tratar de convencer al trabajador de la necesidad de utilizar los equipos de protección individual, ya que por comodidad tienden a no utilizarlos.

7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SALUD

Se dispondrá de un barracón con calefacción, aseos, vestuarios, etc. Habrá como mínimo un aparato para calentar comidas y recipientes para depositar los desperdicios.

Para la conservación y limpieza del barracón se destinará a un operario.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 15: Evaluación de Impacto Ambiental

ÍNDICE ANEJO 15

1. Justificación y antecedentes	103
2. Legislación ambiental	103
2.1. Normativa comunitaria	103
2.2. Legislación Estatal	104
2.3. Legislación Autonómica	104
3. Descripción general de la obra	105
4. Determinación de las acciones y afecciones derivadas del proyecto	105
4.1. Fase de obra	105
4.2. Fase de explotación	106
5. Inventario ambiental	106
6. Descripción, caracterización y valoración de impactos	107
6.1. Matriz de impactos	109
7. Medidas protectoras y correctoras	110
8. Programa de vigilancia ambiental	112
9. Síntesis	113

1. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídicotécnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

Los objetivos generales de la EIA son dos:

- Proveer a los niveles decisores, información sobre los efectos ambientales del proyecto propuesto, para evaluar las distintas opciones sobre su ejecución.
- Producir, en la medida de lo posible, proyectos adecuados ambientalmente.

Por lo tanto, para lograr el máximo beneficio, la tendencia es que las EIA se implementen en la etapa inicial del proceso de diseño para permitir que influyan desde el inicio y fomenten la consideración de alternativas.

2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

2.1 Normativa comunitaria

La vigente Directiva de la UE en relación a los estudios de impacto ambiental es la **Directiva 97/ 11/ CE del Consejo, de 3 de Marzo de 1.997**, por la que se modifica la Directiva 85/ 337/ CEE, de 27 de Junio de 1.985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

En esta Directiva se indica la conveniencia de la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.

Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de Junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de Abril, sobre la responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.

Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Mayo, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente y por la que se modifican, en lo que se refiere a la participación del público y el acceso a la justicia, las Directivas 85/337/CEE y 96/61/CE del Consejo.

2.2 Legislación Estatal

En cuanto a la normativa estatal referente a los estudios de impacto ambiental se recoge la transposición de las Directivas comunitarias al derecho español, siendo las siguientes:

Real Decreto Legislativo 1302/1986 sobre Evaluación de Impacto Ambiental (vigente hasta Mayo de 2.001) con las modificaciones del **Real Decreto ley 9/ 2.000 y la Ley 6/ 2.001**.

La norma básica a nivel estatal sobre Evaluación de Impacto Ambiental está constituida por el **Real Decreto Legislativo 1302/ 1.998** cuyo reglamento para su ejecución se aprobó mediante **Real Decreto 1131/1.998 de 30 de Septiembre**.

Ley 4/ 85 de 27 de Marzo de 1.994. Esta Ley contiene una disposición transitoria que obliga la realización de un Estudio de Impacto Ambiental a aquellas actividades transformadoras del medio con una extensión mayor a un kilómetro cuadrado, no siendo este nuestro caso.

Ley 10/2006 de 28 de Abril, por la que se modifica la Ley 43/2003 de 21 de Noviembre, de Montes.

Orden M.A.M/1498/2006 de 26 de Abril, por la que se incluyen en el Catálogo de especies amenazadas determinadas especies de flora y cambian de categoría algunas especies de aves incluidas en el mismo.

Ley 9/2006 de 28 de Abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, el cual es modificado parcialmente por la **Ley 6/2010, de 24 de marzo**, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

2.3 Legislación Autonómica

Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León

Ley 11/2003, de 8 abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León modificada por **Ley 3/2005**, de 23 de mayo.

Decreto 70/2008, de 2 de octubre, por el que se modifican los Anexos II y V y se amplía el Anexo IV de la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León

Ley 1/2009, de 26 de febrero, de modificación de la Ley 11/2003, de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

La realización del Estudio de Impacto Ambiental es un proceso para prever e informar sobre los efectos que el proyecto puede producir sobre el medio ambiente. Para llevar a cabo el estudio hay que enumerar las características de la vía y las acciones a realizar en el desarrollo de las obras que de algún modo ocasionan algún tipo de impacto.

Las características que definen la obra proyectada son las siguientes:

- Localización: Trabadelo (León)
- Altitudes mínima y máxima: 574'28 m.s.n.m – 745'34 m.s.n.m
- Longitud total: 3577 m
- Ancho de la plataforma: 3 m
- Trazado
 - Talud de desmonte: 2'75:1 (70°)
 - Talud de terraplén: 1'73:1 (60°)
 - Pendiente máxima de la rasante: 15'95%
 - Pendiente mínima de la rasante: 0'05%
 - Cuneta en forma triangular de 0'5 m de anchura y 0'5 m de profundidad.
- Velocidad específica de la vía: 30 km/h
- Los materiales empleados para el firme son los propios de la zona.
- En el Proyecto se indica el tipo de maquinaria a utilizar durante la fase de construcción y el tipo de vehículos que circularan en la fase de explotación.

4. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES Y AFECCIONES DERIVADAS DEL PROYECTO

4.1 Fase de obra

A continuación se describen las acciones susceptibles de producir impacto:

- Movimientos de tierras: comprende la excavación de zonas de desmonte y la formación de terraplenes para la construcción de la rasante. Este movimiento se ha minimizado lo máximo posible siguiendo criterios técnicos, económicos y ecológicos.
- Eliminación de la vegetación.
- Excavación y transporte de materiales: esta acción esta presente tanto en la fase de construcción como en la de explotación, pero al ser una superficie relativamente pequeña el impacto es mínimo.
- Canalizaciones de agua
- Pistas y accesos adicionales: no son necesarias en este caso.

- Necesidades de suelo: la vía se proyecta de forma que estas necesidades sean mínimas utilizando para el relleno de terraplenes el material propio de los desmontes.
- Movimiento de maquinaria pesada: este movimiento afecta únicamente al trazado de la vía con lo que su impacto no es muy significativo.
- Compactación del suelo: la compactación provoca pérdida de calidad del suelo y dificulta la implantación de la vegetación, aunque esta afección va a afectar al trazado de la vía y a sus márgenes, por lo que el impacto queda reducido a esa zona.
- Deposito de materiales: los lugares de acopio de materiales tienen carácter temporal por lo que el impacto producido es temporal.
- Incremento de la mano de obra: la utilización de mano de obra local durante el periodo de construcción supone siempre un beneficio para la situación socioeconómica de la zona.

4.2 Fase de explotación

- Incremento del tráfico rodado: la construcción de la vía proyectada va a mejorar la accesibilidad a la zona con un aumento del tráfico de vehículos y de personas, además de la maquinaria pesada que circulara por razones de mantenimiento o por la ejecución de los distintos aprovechamientos del monte. Esta situación va a tener un impacto en el medio en cuanto a calidad del aire, riesgo de incendios, etc.
- Mejora de la accesibilidad al monte: esta mejora puede producir impactos negativos en cuanto a suciedad, riegos de incendios, etc.,

5. INVENTARIO AMBIENTAL

Para identificar y prever los posibles impactos que se puedan originar sobre el medio, hay que identificar y valorar las variables que se presentan en el mismo. Estas variables son:

- Medio físico: clima, topografía, edafología, geología e hidrología.
- Medio biológico: flora y fauna
- Medio socio-económico: datos demográficos, patrimonio monumental y organización territorial.
- Medio perceptible (paisaje): visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual de la zona afectada.

De todas ellas se ha hecho referencia en los apartados de la memoria correspondiente por lo que no se cree necesario volver a referirlos en este punto, excepto el medio perceptible que se desarrolla a continuación.

Dentro del estudio de impacto ambiental, la consideración del paisaje es muy importante, ya que en el se reúnen todas las características del medio físico y biótico y tiene una tremenda absorción de las actuaciones que conlleva la construcción de una vía forestal. Al ser un factor subjetivo, existen varias formas de calificarlo, aunque casi todas coinciden en los términos de visibilidad, fragilidad y calidad paisajística. Para analizarlo se definen los siguientes términos:

- Visibilidad: para estudiarla se utiliza el concepto de cuenca visual, que es la zona visible desde un punto y tendrá mayor amplitud cuantos más puntos se logren ver.

La distancia es uno de los umbrales de esta percepción visual, ya que al alejarnos, las masas de elementos individualizados que de cerca podemos distinguir, nos parece una superficie continua. Por lo tanto la percepción visual varía por la altitud, orientación, pendiente y vegetación existente.

En este caso, la visibilidad de la zona es baja.

- Fragilidad visual: se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla la actividad sobre él, expresado el deterioro que experimenta ante ciertas actuaciones. Así con mayor fragilidad, menor capacidad de absorción visual. La fragilidad depende del suelo, la pendiente, la cobertura vegetal, etc.

La fragilidad de la zona de estudio es baja ya que la abundante vegetación es capaz de ocultar en gran medida los impactos que se puedan producir.

- Calidad paisajística: es una propiedad intrínseca del territorio y que depende en gran medida del observador, por lo que se evalúa de manera subjetiva.

En este caso se considera una calidad paisajística media.

6. DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se desarrollan, de forma resumida, los elementos del medio y los posibles impactos que se pueden producir sobre cada uno de ellos debido a las acciones a realizar.

Calidad atmosférica

Debido al uso de maquinaria en la fase de construcción, así como el aumento de tráfico cuando la obra ya esté terminada, los niveles de emisión de gases contaminantes a la atmosfera aumentarán. Se consideran contaminantes las sustancias y formas de energía que puedan ocasionar daños a personas o ecosistemas bajo ciertas circunstancias.

Este efecto puede adquirir mayor gravedad durante los meses de primavera o verano y en fines de semana y festivos, cuando el tránsito de vehículos es mayor.

Contaminación acústica

Tanto en la fase de construcción como en la de explotación el nivel de ruidos en la zona aumentará considerablemente. El aumento de estos ruidos puede tener efectos sobre la fauna del entorno, especialmente sobre aves y mamíferos, provocando su desplazamiento. En este caso, la zona de estudio es reducida con lo que este factor no va a resultar muy significativo.

Alteración de las formas de terreno

Como consecuencia del movimiento de tierras en la fase de construcción, la forma natural del terreno se va a modificar, provocando por una parte un impacto visual, y por otra, un impacto en el suelo que alterará la circulación original de las aguas.

Pérdidas de suelo

Otra consecuencia del movimiento de tierras supone la pérdida de vegetación y por tanto, una alteración de las características del suelo y un aumento de la escorrentía superficial, lo que va a producir unas pérdidas de suelo inevitables.

Contaminación de las aguas

La calidad de los cursos de agua va a verse afectada durante la fase de construcción, debido al movimiento de tierras, que aumenta la cantidad de partículas sueltas produciendo su enturbamiento. A esto se le añade polvo y residuos líquidos que produce la maquinaria.

Este impacto es mínimo ya que la vía no atraviesa ningún cauce importante, sino que afecta únicamente a torrentes de curso ocasional.

Destrucción de la vegetación

La destrucción de la vegetación supone siempre un impacto directo considerable. Esto conlleva asociados otros impactos importantes como el aumento de escorrentía superficial que provoca una mayor erosión.

En el caso de la zona de estudio el impacto sobre comunidades vegetales no va a ser muy importante, ya que no son especies de especial interés ni son comunidades extensas.

Limitación de la movilidad de la fauna

La construcción de una vía forestal supone un “efecto barrera” en el medio para los animales terrestres, pero debido a la escasa superficie de la zona afectada, este impacto puede considerarse puntual. Por otro lado, hay que tener en cuenta los posibles atropellos o la disminución en el número de contactos con fines reproductivos.

Calidad paisajística

La valoración de la calidad paisajística es subjetiva, pero es inevitable tener en cuenta el impacto producido por desmontes y terraplenes y la eliminación de la vegetación.

Afección a vías de comunicación

Este efecto tiene una doble vertiente en la fase de explotación. Por un lado la red de transporte de la zona se verá aumentada lo cual siempre es positivo para el desarrollo económico de la zona, por el contrario el incremento en la frecuencia de tránsito ocasionará mayor número de daños en el entorno (riesgo de incendios, aumento de la contaminación atmosférica y acústica, producción de residuos, etc.).

6.1 Matriz de impactos

A continuación se presenta en la Tabla 24 una matriz de impactos que intenta exponer de una forma gráfica y sencilla, los impactos descritos anteriormente y su valoración, atendiendo a los criterios de “tipo de efecto”, “extensión”, “persistencia”, “recuperabilidad”, “magnitud” y “continuidad”.

Tabla 24. Matriz de impactos

Impactos	Tipo de efecto				Extensión	
	Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Puntual	Moderado
Calidad atmosférica		X	X		X	
Contaminación acústica		X	X		X	
Alteración de las formas del terreno		X	X		X	
Perdidas de suelo		X	X		X	
Contaminación de las aguas		X	X		X	
Destrucción de la vegetación		X	X	X	X	
Limitación de la movilidad de la fauna		X		X	X	
Calidad paisajística		X	X		X	
Afección a vías de comunicación	X	X	X			X

Tabla 24 (cont.). Matriz de impactos

Impactos	Persistencia			Recuperabilidad	
	Extenso	Temporal	Permanente	Recuperable	No recuperable
Calidad atmosférica		X		X	
Contaminación acústica		X		X	
Alteración de las formas del terreno			X		X
Perdidas de suelo			X		X
Contaminación de las aguas		X		X	
Destrucción de la vegetación			X		X
Limitación de la movilidad de la fauna			X	X	
Calidad paisajística			X		X
Afección a vías de comunicación			X		X

Tabla 24 (cont.). Matriz de impactos.

Impactos	Magnitud				Continuidad	
	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Continuo	No continuo
Calidad atmosférica		X				X
Contaminación acústica	X					X
Alteración de las formas del terreno			X		X	
Perdidas de suelo			X			X
Contaminación de las aguas		X				X
Destrucción de la vegetación		X				X
Limitación de la movilidad de la fauna	X					X
Calidad paisajística		X			X	
Afección a vías de comunicación		X			X	

7. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

En este apartado se indican las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos, así como las posibles alternativas existentes a las condiciones que inicialmente estaban previstas en el proyecto. Las medidas se tomarán tanto en lo referente a su diseño y ubicación como en cuanto a los dispositivos genéricos de protección del medio ambiente.

Calidad atmosférica

El contratista está obligado a cumplir las ordenes de la Dirección para evitar la contaminación del aire cumpliendo con la legislación vigente.

Contaminación acústica

En la fase de construcción la maquinaria utilizada debe llevar instalados silenciadores en los tubos de escape. En lo que respecta a la fase de explotación podrá limitarse la velocidad máxima admisible de los vehículos para disminuir el ruido de los motores.

Alteración de las formas del terreno

Para mitigar este efecto se pueden tomar una serie de medidas a la hora de diseñar el trazado, algunos criterios a tener en cuenta serían:

- Fijar una pendiente longitudinal máxima en la rasante que además de facilitar la circulación de vehículos evite el excesivo movimiento de tierras.
- Intentar que el trazado siga la dirección de las curvas de nivel.
- Se evitarán zonas de alto riesgo y para zonas con posibles deslizamientos se tomarán medidas para frenarlo como plantaciones en los taludes y cunetas en las cabeceras de las mismas.

Pérdidas de suelo

Este es uno de los efectos que mas impacto produce y donde es más importante tomar las medidas necesarias:

- Evitar que el trazado pase cerca de los cauces, en la medida de lo posible.
- Para evitar los desprendimientos es necesario diseñar los taludes disminuyendo la pendiente transversal, impermeabilizar la parte alta de estos y crear canales que desvíen los caudales a las cunetas.
- En pendientes altas del terreno cuidar que el eje de la vía no sea perpendicular a la línea de máxima pendiente, ya que el agua correría a través de ellas con el consiguiente peligro de deshacer desmontes y terraplenes y de taponar las cunetas y los caños con el material transportado por el agua.
- Evitar las obras de movimiento de tierras cuando existan precipitaciones intensas con el fin de reducir los efectos de las rodadas intensas de la maquinaria.
- Se respetará la red natural de drenaje, si esta no es suficiente para evitar que el agua fluya por la calzada. Entonces habrá que disponer de una red artificial que canalice el agua.
- Para evitar la compactación y la erosión de los suelos afectados por las obras, se puede reservar en un sitio aparte la capa de suelo vegetal levantada durante la limpieza y desbroce y volverla a extender sobre los taludes de desmonte y terraplén una vez terminada la explanación, con lo que favorece la reimplantación rápida de la vegetación autóctona. Se recomienda que la tierra vegetal esté almacenada el menor tiempo posible, y que este almacenamiento se haga en montones no superiores a 1'5 metros de altura para no dañar el banco de semillas que lleva incorporada.
- Hay que señalar que cuanto mas rápido se realicen las obras, menor será el riesgo de erosión en la fase de construcción, que es la fase en la que el suelo es mas susceptible de ser arrastrado debido a la inestabilidad que se produce por efecto de los movimientos de tierras.

Contaminación del agua

Como norma general, la contaminación del agua es un impacto ligado en parte los materiales erosionados, por lo que las medidas propuestas en el apartado anterior sirven para evitar en la medida de lo posible la contaminación de aguas.

Destrucción de la vegetación

Para evitar una excesiva eliminación de vegetación se pueden tomar las siguientes medidas:

- Minimizar en la medida de lo posible la superficie ocupada por la vía.
- Evitar daños al arbolado que queda en la zona, sobre todo el que está en los bordes de la vía ya que es fácil que el paso de maquinaria dañe las partes bajas de las plantas produciendo heridas por donde después podrían penetrar plagas u hongos.
- Favorecer la regeneración de la cubierta autóctona donde sea posible con acciones como las descritas en el apartado anterior.
- Una vez acabadas las obras, revisar la vegetación a ambos lados de la calzada, y si algún árbol o arbusto ha sufrido daños, cortarlo y eliminarlo para no poner en peligro el estado fitosanitario de la zona.
- Imponer la obligación de extraer del monte los bidones empleados para el repostado y cambio de aceites de máquinas y prohibir el vertido de aceite usado en el suelo.
- Disminuir el riesgo de incendios que lleva implícito la construcción de una vía debido a posibles chispas que salten de la maquinaria, algo bastante frecuente. Para ello es conveniente colocar un matachispas en los tubos de escape y tener a disposición rápida medios de extinción como batefuegos o extintores.

Limitación de la movilidad de la fauna

Para este caso concreto no está previsto que el “efecto barrera” sea muy grande debido al tipo de vía que tenemos, por lo que no será necesario tomar medidas al respecto.

Calidad paisajística

Frente al fuerte impacto paisajístico que supone la obra se propone:

- Evitar tramos rectos demasiado largos, ya que el impacto paisajístico será menor cuando se circule por la vía.
- Una moderada pendiente longitudinal reduce el impacto visual.
- Intentar que la altura de los taludes sea la menor posible.

8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El objetivo del programa es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras expuestas en el apartado anterior. Es con la vigilancia como se va a evaluar realmente los efectos de la obra sobre el medio, comprobando la eficacia de las medidas correctoras y detectando los efectos que no habían sido previstos anteriormente. Algunas directrices son:

- Mantenimiento periódico de la red de drenaje: limpieza de cunetas y caños para que sigan cumpliendo su función adecuadamente.
- Vigilar el estado de la calzada y su posterior reparación si fuese necesario, ya que al no estar pavimentada y sufrir el paso de maquinaria pesada unido a probables días de lluvia, hace que el firme se deteriore.

Para llevar a cabo estas directrices hay que identificar los sistemas afectados así como el impacto que sufren para a continuación definir unos indicadores de medición sencilla, fácil acceso y que sean lo suficientemente representativos.

Periódicamente, se hace una vigilancia de la zona sondeando estos indicadores, con la información obtenida se clasifica e interpreta y se toman las nuevas medidas correctoras que sean necesarias, pudiéndose modificar los objetivos iniciales si el resultado de los controles es significativo.

9. SÍNTESIS

La zona ha de ser tratada como una unidad global debido a la homogeneidad de los diversos parámetros ambientales en su distribución por la superficie.

El impacto que puede ocasionar la construcción de la vía sobre el medio no es excesivo, debido a que los efectos negativos puntuales que se producen durante la fase de ejecución de las obras son contrarrestados por los efectos positivos que la vía provoca en la zona. El tránsito de vehículos se limitará al camino, evitando que estos atraviesen la vegetación. Se mejorará y aumentará la transitabilidad de la zona, con el beneficio que esto supone para la prevención y extinción de incendios y realización de medidas fitosanitarias oportunas. También aumentará el valor de fincas agrícolas próximas a la vía y se facilitarán los aprovechamientos agrícolas y forestales.

Se puede afirmar, en el caso de que se cumplan todas las medidas preventivas y correctoras propuestas en el presente documento, que el impacto de construcción de la vía en la zona es escaso y en todo momento reversible, no provocando daños importantes en los recursos naturales de la zona.

DOCUMENTO Nº 3:

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. Naturaleza del Pliego de Condiciones	1
1.1 Objetivo del Pliego de Condiciones	1
1.2 Ámbito de aplicación	1
1.3 Disposiciones aplicables	1
2. Descripción de las obras	3
3. Condiciones que deben reunir los materiales y la maquinaria	4
3.1. Condiciones de los materiales	4
3.2. Condiciones de la maquinaria	5
4. Condiciones en la ejecución de las obras	7
4.1. Periodo de ejecución de los trabajos	7
4.2. Obligaciones y derechos del contratista	7
4.3. Forma y ejecución de las obras	8
4.4. Precauciones durante la ejecución de las obras	10
5. Medición y abono al contratista	12
5.1. Generalidades	12
5.2. Medición y abono	13
6. Disposiciones de carácter general	15
6.1. Dirección de las obras	15
6.2. Obligaciones y derechos del contratista	16

1. NATURALEZA DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 Objetivo del Pliego de Condiciones

El objetivo del presente Pliego, es definir las condiciones técnicas que deben constar en la ejecución de las obras correspondientes al Proyecto, así como la especificación del abono de las unidades de obra realizadas por la empresa adjudicataria y ajustadas a las condiciones técnicas.

1.2 Ámbito de aplicación

Las prescripciones de este Pliego serán de aplicación a las obras descritas en la Memoria, Anejos y Planos de este Proyecto, denominado como Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en Trabadelo (León).

Este Pliego será de obligado cumplimiento por parte del Contratista, quién deberá certificar que lo conoce y se compromete a ejecutar la obra, con estricta sujeción al mismo en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación del presente contrato.

1.3 Disposiciones aplicables

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 30/2007, de 20 de octubre, de contratos del Sector Público.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas.
- Reglamento de Contratación de las Corporaciones Locales de 9 de enero de 1995.
- Ley 13/1995 de 18 de Mayo, de Contratos de las Administraciones Publicas.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León
- Ley 11/2003, de 8 abril de Prevención Ambiental de Castilla y León
- Normas DIN, UNE, ISO Y CEI en todo aquello que guarde relación con las obras a ejecutar en el presente proyecto.

En general, se incluyen todas las prescripciones que figuren en Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales que tengan relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las Normas anteriores, y salvo manifestación expresa al contrario en el presente proyecto, se considerará como válida la condición mas restrictiva. Cuando en algunas disposiciones se haga referencia a otra, que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1.- La caja tendrá la forma y dimensiones que se detallan en los planos correspondientes a la sección del camino. Se respetará en todo momento la pendiente de bombeo para garantizar la correcta evacuación de las aguas.

Artículo 2.- El ancho de la explanación será de 3 metros salvo las zonas en las que haya apartaderos. Las cunetas serán de sección triangular, de 0'50 metros de ancho y 0'50 metros de profundidad.

Artículo 3.- El drenaje de la calzada será según se especifica en los planos y anejos correspondientes.

Artículo 4.- Los ángulos de los taludes con respecto al plano horizontal, derivados del movimiento de tierras, serán:

- Para el desmote: 70°
- Para el terraplén: 60°

Artículo 5.- Las obras de fábrica se realizarán de acuerdo con los planos, las prescripciones del Pliego de Condiciones y las ordenes complementarias del Ingeniero encargado de las obras. En este proyecto se incluyen como obras de fábrica la instalación de tuberías y embocaduras de hormigón.

Artículo 6.- Los moldes para el hormigón serán de madera, metálicos o mixtos, pero deberán ofrecer siempre la rigidez necesaria para soportar sin deformaciones el peso y el empuje del hormigón. Los hormigones se utilizarán siempre recién confeccionados y se suspenderá su fabricación si la temperatura desciende de los 5°C, con el fin de evitar problemas de fraguado y falta de resistencia posterior.

Artículo 7.- Las prescripciones técnicas de las obras accesorias imprevistas en el proyecto, tales como zanjas, rectificaciones de cauces, etc. se ejecutarán a las que se dicten en los proyectos particulares que se ejecuten durante la ejecución de las obras.

3. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES Y LA MAQUINARIA

3.1 Condiciones de los materiales

Artículo 8.- Todos los materiales empleados en estas obras, deberán reunir las características indicadas en el presente Pliego, en el cuadro de precios o en cualquier otro documento del Proyecto y merecer la conformidad del Director de Obra, quien en función de su criterio, se reserva el derecho de ordenar que sean retirados, demolidos o reemplazados dentro de cualquiera de las épocas de la obra, o sus plazos de garantía, así como los productos, elementos materiales, etc. que a su parecer perjudiquen, en cualquier grado, el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Artículo 9.- Los materiales que se vayan a utilizar, serán revisados antes de su colocación en la obra, debiendo reunir las condiciones que, para cada uno de ellos, se especifiquen en los apartados siguientes, desechándose aquellos que no las reúnan, los cuales deberán retirarse de la obra en el plazo ordenado por el Director. Esta revisión previa no supone la aceptación de los materiales, y se procederá a la sustitución de los mismos, si, una vez empleados en la obra, se observan defectos no apreciados en la revisión.

Artículo 10.- La empresa adjudicataria propondrá los lugares de procedencia, fábricas o marcas de los materiales, que habrán de ser aprobados por el Director de Obra, previamente a su utilización. La puesta en obra no atenuará, en modo alguno, el cumplimiento de las especificaciones.

Artículo 11.- En todos los casos en que la Dirección lo juzgue necesario, se verificarán pruebas o ensayos de los materiales, previamente a la aprobación a que se refiere el apartado anterior. El laboratorio en que se realicen los ensayos será designado por la Dirección de la obra. Para la realización de ensayos se emplearán laboratorios homologados.

Artículo 12.- El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o empleo, se efectuará en vehículos adecuados para cada clase de materiales, y estarán provistos de los elementos que precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas. Así mismo, se garantizará en todo momento la seguridad de los trabajadores.

Artículo 13.- Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en la obra y de forma que se facilite su inspección. La Dirección de la Obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de las plataformas adecuadas o cobertizos provisionales, para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

Artículo 14.- Cuando los materiales no satisfagan las condiciones exigidas en este Pliego, el Director de Obra dará orden por escrito al Contratista para que a su costa los reemplace por otros adecuados.

Artículo 15.- La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad de los hormigones, y morteros, así como los restantes caracteres que se exijan a estos en el presente Pliego.

Como áridos para la fabricación de hormigones, pueden emplearse arenas o gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en el laboratorio.

Las arenas empleadas no contendrán más de un décimo de su peso en humedad, serán de grano duro y con un máximo de un 5% de arcilla.

Artículo 16.- En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de los hormigones y morteros en obra, todas las aguas como aceptables por la práctica.

No contendrán sales magnésicas, ni sulfato cálcico, ni materiales orgánicos en cantidades que las hagan importantes.

Artículo 17.- El cemento será Pórtland artificial, de fraguado lento con una resistencia característica de 150 Kg/cm² y cumplirá los requisitos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos RC-08, Real Decreto 956/2008, de 6 de Junio.

Artículo 18.- La madera para encofrados, andamios y demás medios auxiliares podrá ser de cualquier clase. Debe haber sido cortada en época apropiada, estar bien seca, sin olor o humedad, no presentar nudos, no estar afectada de pudriciones, acebolladuras o cualquier anomalía producida por agentes bióticos o abióticos y dar un ruido claro al golpe de maza, ofreciendo por su escuadría la resistencia necesaria que en cada caso corresponda. Todas las maderas utilizadas serán tratadas con preventivos y conservantes.

Artículo 19.- Los demás materiales que entren en las obras, para los que no se detallan condiciones, serán de primera calidad y antes de colocarlos en obra, serán reconocidos por el Director de Obra o subalterno en quien delegue, quedando a su discreción el hacer uso de la facultad de desecharlos.

3.2 Condiciones de la maquinaria

Artículo 20.- La empresa deberá disponer de los medios mecánicos precisos para la ejecución de los trabajos incluidos en el proyecto. La maquinaria tendrá las características específicas en el proyecto, no pudiéndose emplear otra de menor potencia sin el conocimiento expreso de la Dirección de Obra. En cualquier caso, el empleo de maquinaria distinta a la específica en el proyecto, no conllevará merma alguna en la calidad de las distintas unidades da obra.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento, en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades de obra en que deben utilizarse, no pudiendo retirarlas sin el conocimiento del Director.

En caso de avería o mal funcionamiento de alguna maquina o parte integrante de la misma, se deberá avisar inmediatamente al jefe de obra. La empresa se compromete a la reparación de la avería en el menor tiempo posible.

Se prohíbe la utilización de maquinaria que, por su estado, suponga un riesgo para el personal o a elementos de la propia obra. Quedará totalmente prohibido realizar cualquier tipo de vertido como combustibles, aceites, refrigerantes, líquidos hidráulicos, etc. al medio ambiente.

4. CONDICIONES EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS

4.1 Periodo de ejecución de los trabajos

Artículo 21.- La Contrata deberá iniciar los trabajos dentro de los quince días siguientes a la aceptación de su oferta por la Administración y avisará a ésta por lo menos con cinco días de antelación, sobre el momento exacto de su comienzo.

Se considerarán las obras terminadas una vez que la Administración haya hecho las mediciones y comprobaciones de calidad y haya verificado que se cumpla en las normas de construcción y acabado especificadas en el presente Pliego.

Artículo 22.- La Contrata incluirá en su oferta una descripción de los trabajos a realizar y una estimación de los plazos en que han de llevarse a cabo cada una de las labores, así como una fecha tope para la duración de la totalidad de la obra.

Si hubiese un retraso en el plazo total previsto, la Administración podrá aplicar una sanción del 1% sobre el total de la oferta por cada día de retraso que pase de cinco.

4.2 Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 23.- La dirección técnica de los trabajos por parte de la empresa adjudicataria, deberá estar a cargo de un Ingeniero de Montes, Ingeniero Técnico Forestal o Graduado en Ingeniería Forestal, que actuará como delegado de la obra.

Para este nombramiento, será necesaria la aceptación previa del Ingeniero Director que se reserva la facultad de exigir su sustitución en el transcurso de las obras, si así lo considera oportuno.

Artículo 24.- La empresa deberá contar con el personal auxiliar técnico que se estime necesario para el buen desarrollo de la obra, cuya obligación será atenerse a las indicaciones verbales o escritas de la dirección de la obra y facilitar su tarea de inspección y control.

Se dispondrá de capataces en número suficiente para que haya uno en cada tajo donde se encuentre personal operario o maquinaria ejecutando las diferentes unidades de obra. Así mismo, deberá contar con el personal idóneo para la ejecución de los distintos trabajos de forma correcta y en número suficiente para cumplir los plazos parciales fijados.

El personal se contratará de acuerdo con la legislación y convenios colectivos vigentes, corriendo a cargo de la empresa los gastos de todo tipo de seguros y el transporte del personal operario, que deberá realizar en vehículos debidamente autorizados para este tipo de transporte y dentro de las normas de seguridad y circulación en vigor.

La empresa queda obligada a poner a disposición de la dirección de obra, personal auxiliar necesario para el replanteo de la obra, la toma de datos para la Liquidación y aquellas operaciones que la dirección de obra estime oportunas para la correcta ejecución de los trabajos.

Artículo 25.- El trabajo que se ha de realizar, de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones, incluye la aportación por parte de la Contrata, de toda la mano de obra, materiales, transportes, equipos, utillajes, suministros y accesorios, que , de manera específica, sean necesarios para la construcción completa y satisfactoria de la vía.

4.3 Forma de ejecución de las obras

Artículo 26.- Se procederá a la corta de toda la vegetación arbórea que dificulte o impida la realización de los trabajos, apilándola fuera de la zona de dominio de la vía.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros de diámetro, serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros por debajo de la rasante de excavación, ni menor de quince centímetros bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto al hacer el desbroce, y de compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los productos vegetales procedentes del desbroce, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados o simplemente apartados de la superficie afectada por la obra, según lo que disponga el Director de obra.

Artículo 27.- En todos los tramos de la vía que establezca la Dirección de obra, se procederá a realizar la extracción de la capa de tierra vegetal, en todo el ancho de ocupación de la misma, con el espesor previamente determinado. Las tierras procedentes de este trabajo, se transportarán y depositarán en lugares determinados por el Director de obra. Además, los acopios se dispondrán de forma que se mantengan las propiedades que, mas adelante, garantizarán la reimplantación de la vegetación natural en los taludes.

Artículo 28.- Las obras de desmonte se comenzarán una vez terminado el desbroce de los terrenos y comprobadas las alineaciones y las cotas. El material procedente de la excavación se utilizará en terraplenados y otros tipos de relleno.

Artículo 29.- Se considerarán admisibles a efectos de la formación de terraplenes, todos los productos de las excavaciones de desmonte, excepto el fango, raíces y productos del descuaje de la vegetación, las turbas y las arenas, así como toda tierra no aceptable para la formación de los mismos.

En el caso de que aparezcan turbas, arcillas blandas o cualquier otro tipo de terreno inestable en donde se haya de construir el terraplén, se eliminarán estos terrenos o se asegurará su consolidación.

En la ejecución de terraplenes se tendrá en cuenta, que las tongadas se extenderán con un espesor uniforme de treinta centímetros como máximo.

Artículo 30.- Se entienden como obras de fábrica, todas aquellas obras a realizar con hormigón u otros materiales que permitan el paso de las aguas de cualquier cauce natural o artificial, bajo la zona de dominio del camino; es decir, tuberías, embocaduras, etc.

Se realizarán según los tipos incluidos en el Proyecto y de acuerdo con las mediciones de unidades de obra calculadas en el mismo. Si la Dirección de obra estimase necesario incluir alguna modificación con las especificaciones de cualquier tipo establecidas, se lo comunicará por escrito a la Contrata, facilitando cuantas instrucciones precisen las modificaciones acordadas. Si la Contrata, aún ejecutando la obra en perfectas condiciones, hubiera hecho más obra que la especificada, el exceso de obra correrá a cargo de la misma. En ningún caso la Contrata ejecutará obras de dimensiones inferiores a las señaladas, si ello ocurriera, la empresa adjudicataria demolerá la obra así realizada y procederá a su nueva ejecución, ciñéndose a las instrucciones que se hayan facilitado.

Artículo 31.- La realización de las obras con hormigón deberá cumplir las especificaciones de la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-91, rigiendo así mismo las siguientes normas de uso general:

- No se realizará el hormigonado de ningún elemento que el Director de las obras o el subalterno en quien delegue lo autorice.
- El hormigón se dispondrá en tongadas de espesor máximo de treinta centímetros y su consolidación se efectuará mediante vibración.
- El amasado de los hormigones se efectuará mezclando íntimamente en seco la arena y el cemento primero, y luego ese conjunto y la piedra. Por último se agregará el agua muy poco a poco del modo mas uniforme posible, removiendo el conjunto sin cesar hasta obtener una masa homogénea.
- El hormigón se verterá en los moldes una vez que estén perfectamente limpios y humedecidos estos por pequeñas cantidades proporcionales a la sección de la pieza que se trate. Al interrumpir el hormigonado se dejará la superficie terminal lo más regular posible y se resguardará de los agentes exteriores, recubriéndola con sacos húmedos.
- Los parámetros verticales y superficies terminales inclinadas, podrán ser desmoldadas a las 48 horas, protegiéndolas del sol y del viento.

Artículo 32.- Los moldes empleados para la fabricación del hormigón, tendrán la rigidez necesaria para soportar, sin deformaciones, los empujones y pesos a que hayan de estar sometidos. El sistema empleado en los mismos merecerá la aprobación del Director de las obras. En todo caso, cumplirán lo dispuesto en la citada instrucción.

Se descimbrará y desmoldará de acuerdo con lo que preceptúa la vigente instrucción para la ejecución de obras de hormigón en masa EH-91.

Artículo 33.- Una vez finalizada la fase anterior, se procederá a perfilar longitudinalmente y transversalmente el camino mediante una motoniveladora. Al finalizar este trabajo, la explanación se ajustará a los perfiles longitudinales y transversales proporcionados.

Una vez finalizado el anterior trabajo, se iniciará la compactación, tras la cual, la densidad obtenida será de al menos el 95% de la máxima hallada en el próctor de referencia.

Artículo 34.- Las obras de terminación y refinado de la explanación, se ejecutarán con posterioridad a la obra de movimiento de tierras. Los taludes resultantes de la excavación y terraplenado, deberán quedar con una superficie uniforme, y según las pendientes que se especifiquen en los planos. Las uniones de los taludes con el terreno se deberán redondear de un modo aproximado.

Se prestará especial atención en evitar la formación de surcos en línea de máxima pendiente ocasionados por los cazos de la maquinaria o por cualquier otro motivo, ya que favorecen en gran medida los efectos erosivos.

Una vez terminada la explanada, se comprobará que no presente una variación mayor de quince milímetros. Tampoco presentará zonas donde el agua se pueda acumular. Todas las irregularidades que experimente la explanada, serán corregidas por el Contratista.

Artículo 35.- El refino de las obras de tierra, se efectuará después de terminada la vía y poco antes de hacer la percepción provisional.

Artículo 36.- Las cunetas se realizarán con retroexcavadora y se perfilarán con motoniveladora. Se harán según las secciones que se recogen en el Proyecto. El primer paso de lámina se hará según el talud interno de la cuneta para evitar que, por consecuencia de este trabajo, algún material no supervisado ocupe la zona de dominio de la futura capa de rodadura.

La formación de cunetas se realizará en todas aquellas zonas en que el agua de escorrentía del terreno limítrofe, tienda a evacuar naturalmente sobre la calzada, con objeto de evitar daños sobre la misma.

Las cunetas deben estar limpias y en estado de funcionamiento.

4.4 Precauciones durante la ejecución de las obras

Artículo 37.- La Administración no se responsabiliza de robos, sustracciones o actos de vandalismo que pudieran ocurrir durante la ejecución de los trabajos, corriendo a cargo de la Contrata cualquier vigilancia que estime precisa a este respecto.

Artículo 38.- La Administración preverá los terrenos y los derechos de acceso para que el trabajo especificado en el presente Pliego, pueda realizarse. La Contrata no ocupará ni entrará en terrenos diferentes de lo señalado, si no es con autorización expresa de la Administración.

La Contrata se ocupará de realizar, por su cuenta, los arreglos que pudieran ser necesarios o convenientes para el paso de personas, maquinaria, equipos y suministros.

Artículo 39.- La Contrata permitirá en todo momento el libre acceso a los representantes de la Administración a los trabajos y lo prohibirá rigurosamente a toda persona que no haya sido expresamente autorizada por la Administración mediante un documento escrito.

Artículo 40.- La Contrata está obligada a proteger durante la duración de los trabajos, las estructuras, caminos, conducciones, árboles, etc..., existentes, si no se le indica lo contrario. Una vez finalizado el trabajo, deberá eliminar todos los materiales y residuos, así como dejar el lugar en un estado lo más parecido al inicial, reponiendo en su caso todo lo que hubiera sido dañado. La Contrata será responsable de los daños a terceros que pudieran derivarse de sus actuaciones.

Una vez terminados los trabajos se asegurará de devolver las zonas ocupadas provisionalmente para acopios o instalaciones a su estado original.

Artículo 41.- El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que se dicten por la Dirección de la obra.

Será obligación del contratista dotar a cada vehículo y maquina presente en la obra de un extintor apropiado a los riesgos que se podrían producir.

Artículo 42.- Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje. La cuneta y los demás desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

Artículo 43.- Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes. Las partes de obra dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con lo que se señale en este Pliego.

5. MEDICION Y ABONO AL CONTRATISTA

5.1 Generalidades

Artículo 44.- Sólo serán abonadas las unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones de este Pliego y ordenadas por el Director de Obra.

No se cubrirá ningún cimiento sin que previamente queden reseñadas en un plano sus dimensiones y cuantas observaciones se consideren oportunas. Estos planos deben ir firmados tanto por el Director de Obra como por la Contrata. En caso contrario, correrán por cuenta del contratista los gastos realizados para descubrir el elemento.

La Contrata presentará una relación de las unidades ejecutadas acompañadas de los planos anteriormente citados, para que una vez revisados por el Director de obras, sirvan de base para la certificación correspondiente. Para las valoraciones no comprendidas en dicha relación, se atenderá al criterio fijado por el Director de Obra.

Se entiende que todas las unidades de obra presentes en la relación anteriormente citada, deben estar completamente terminadas, aunque alguno de los accesorios no aparezca taxativamente determinado en los cuadros de precios.

Artículo 45.- La fianza que se exigirá al Contratista para que responda del cumplimiento del contrato, se convendrá en el depósito de un porcentaje del importe global que se establezca en el contrato, si es que en aquel documento no se aporta otro procedimiento.

Artículo 46.- Como casos en que la vigente legislación determinará la rescisión del contrato establecido, se tendrán en cuenta los siguientes:

- Quedará rescindido el contrato en caso de incumplimiento reiterado y abusivo de las condiciones estipuladas en este Pliego, perdiendo la fianza y quedando sin derecho a reclamación alguna, abonándose únicamente la obra ejecutada que esté de recibo.
- Serán así mismo objeto de rescisión la morosidad deliberada en la realización de las obras, la falta de observación de las órdenes recibidas y la insubordinación.
- La interpretación de cuantos casos de rescisión se pudieran presentar, corresponde al Ingeniero Director de las obras.
- Si durante la ejecución de los trabajos, la Administración decidiera rescindir el contrato, se abonarán todos los trabajos realizados.
- Si fuese la Contrata quién rescindiera el contrato, solo le darán abonados 2/3 del valor de los trabajos realizados.
- En cualquier caso, la Contrata deberá dejar el terreno en las condiciones que le indique la Administración.

Artículo 47.- La entidad adjudicataria de las obras no podrá transferir ni parcial ni totalmente los trabajos a realizar, sin conocimiento del Director de Obra.

Artículo 48.- La fianza depositada se abonará al Contratista una vez realizada la recepción definitiva de los trabajos y obras realizadas.

5.2 Medición y abono

Artículo 49.- Las mediciones ya sean totales o parciales, se entiende que comprenderán las unidades de obra completamente terminadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación de ninguna clase por las diferencias que resulten entre las mediciones realizadas en el terreno y las que figuren en el Proyecto.

Artículo 50.- La excavación de la explanación se abonará por metros cúbicos realmente ejecutados, deducidos de la diferencia entre los perfiles del terreno tomados antes y después de la excavación, no siendo objeto de cubicación los excesos injustificados.

Las excavaciones para ejecutar las zanjas de cimientos y obras de fábrica, se abonarán por su volumen, al precio por metro cúbico que fija el presupuesto, hallándose comprendido en dicho precio el coste de todas las operaciones necesarias para hacer dichas excavaciones, el refino de las paredes y el depósito de tierras sobrantes.

Tanto en la excavación de la explanación, como en las zanjas, se entenderá por metro cúbico de explanación el de un volumen correspondiente a esta unidad antes de ejecutar la excavación y medido sobre el mismo terreno.

Artículo 51.- Los terraplenes se abonarán por su volumen, al precio por metro cúbico que fija el presupuesto, cualquiera que sea la procedencia de las tierras en ellos empleadas y las distancias a las que unas y otras hayan sido transportadas.

Se entenderá por metro cúbico de terraplén el volumen correspondiente a esta unidad en las obras después de ejecutadas y consolidadas.

Artículo 52.- Se abonarán por unidades, metros lineales, metros cuadrados, o metros cúbicos según sea el caso, estando incluidos los refinados y rejuntados de paramentos, cajas y orificios de todas clases, precauciones contra las heladas de los aglomerantes, disposiciones para asegurar la adherencia de morteros, etc.

Artículo 53.- El resto de obras no citadas anteriormente serán abonadas por la unidad métrica correspondiente que figure en los cuadros de precios, entendiéndose comprendidos en dichos precios cuantas piezas, elementos y medios auxiliares sean necesarios para la terminación y buena presencia de la obra.

Artículo 54.- En los precios unitarios correspondientes, se entenderán incluidos cuantos apartados, medios auxiliares, herramientas y dispositivos sean necesarios para la más completa y absoluta terminación del trabajo.

Artículo 55.- Se extenderán certificaciones parciales de la obra ejecutada por mensualidades vencidas. Estas certificaciones tienen carácter de abonos a cuenta, sujetas a las variaciones y rectificaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco ni aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La Contrata no podrá, en ningún caso, alegando retrasos en los pagos, suspender los trabajos ni reducir el ritmo a que obligue el plazo de ejecución.

Artículo 56.- Finalizadas las obras, se procederá a medir cada una de las unidades de obra que se hayan realizado. Al volumen o cantidad medida se le aplicarán los precios unitarios incluidos en el Proyecto, o aquellos contradictorios que la superioridad haya aprobado y sean de aplicación. En la medición final podrá estar presente un representante de la Contrata a la que se avisará con antelación suficiente para que se pueda acudir a este acto.

6. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

6.1 Dirección de las obras

Artículo 57.- El representante de la Administración ante el Contratista, será el Ingeniero Técnico o Superior designado, y se encargará de la dirección, control y vigilancia de las obras, denominándose a efectos de la contrata, Ingeniero Director.

Artículo 58.- Corresponde al Director, la aprobación de las distintas unidades de obra ejecutadas, así como el derecho a adoptar cualquier determinación que el crea conveniente en cualquiera de las fases de la obras.

A la Dirección de las obras estará afecto el personal que se considere necesario para el normal desarrollo de los trabajos. El Contratista no podrá recusar al Ingeniero Director ni al resto del personal afecto a la Dirección.

Artículo 59.- Las descripciones que figuren en un documento del Proyecto y hayan sido omitidas en los demás, habrán de considerarse como expuestas en todos ellos. En caso de contradicción, prevalecerá lo especificado en el Pliego de Condiciones.

Las omisiones, descripciones incompletas o erróneas de los detalles de obra o de alguna operación que sea manifiestamente indispensable para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en el Proyecto o que, por uso y costumbre deben ser realizadas, no sólo no eximen a la empresa adjudicataria de la obligación de ejecutar estos detalles de obra u operaciones omitidas o erróneamente descritas, sino que por el contrario deberán ser ejecutadas como si hubieran sido completa y correctamente especificadas en el Proyecto.

Artículo 60.- La Contrata debe, a sus expensas, procurarse todos los permisos, certificados y licencias que la Ley requiera de ella a fin de llevar a cabo el trabajo encomendado. Así mismo, deberá cumplir las leyes nacionales, provinciales y locales de las ordenanzas y reglamentos que afecten a la obra a realizar. En particular, el trabajo se deberá llevar a cabo con la máxima seguridad del personal que lo ejecute, debiendo cumplirse escrupulosamente las normas vigentes de seguridad e higiene en el trabajo.

6.2 Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 61.- Sobre lo ya establecido en el presente Pliego, el Contratista tendrá las siguientes obligaciones, responsabilidades y gastos:

- El coste de los ensayos y pruebas en los organismos competentes que la Dirección de la obra pueda solicitar, en todo tiempo, sobre los materiales empleados o que se vayan a utilizar en la realización de la obra. Podrá ordenarse la conservación de muestras de laboratorio que se determine, precintándolas, previa firma del Director de Obra y del representante legal de la Contrata, en la forma mas adecuada que garantice su autenticidad.
- La observación de las normas prescritas por las leyes vigentes, en lo que se refiere a la Seguridad Social y seguros de accidentes de trabajo y por extensión a las restantes disposiciones legales en vigor que tengan aplicación durante el tiempo de realización de la obra.
- El abono de las correspondientes retribuciones a los obreros, incluyéndose en estas los pluses que correspondan. En caso de incumplimiento de las citadas obligaciones y siempre que esta circunstancia haya sido comprobada por el Director de la obra o bien denunciado por la Inspección de Trabajo, se efectuarán retenciones de garantía para que, en plazo de cinco días abone lo adeudado, sin que por ello pueda solicitarse resarcimiento de daños o pago de intereses sobre las cantidades retenidas.
- El importe de todos aquellos trabajos fotográficos de las obras en curso, en la cantidad y tamaño que indique la Dirección de Obra.
- Las señales de día o de noche mediante los adecuados letreros o señales luminosas, en las vías en las que exista un peligro evidente para el tráfico que se desarrolle por ellas, de acuerdo con las particulares indicaciones de la Dirección, observando las normas de policía según el vigente Código de Circulación.
- La construcción de puentes, pasarelas, accesos, canales y toda clase de obras provisionales necesarias para conservar los pasajes públicos y privados, así como la continuidad del paso de aguas.
- La custodia nocturna y diaria de las obras.
- La gestión de los trámites para conseguir las concesiones correspondientes, tomas de agua de los canales públicos y el abono de los cánones que dichas concesiones preceptúen.
- La reparación de los daños de cualquier tipo, excluidas aquellas de fuerza mayor, que tengan lugar en las excavaciones, explanaciones, aprovisionamiento o cualquiera de las obras provisionales.
- El pago de daños que, a consecuencia de la ejecución de las obras, se originasen en las propiedades públicas y privadas, o a personas, quedando exentos la Administración y su personal.
- La adopción de todas las medidas y atenciones necesarias para proteger la vida y salud de los obreros y personal que pertenezca a la entidad contratante o a terceros. En consecuencia, cualquier responsabilidad sobre las personas en caso de accidentes, recaerá sobre la empresa adjudicataria.
- La Contrata no podrá, salvo autorización explícita de la Dirección de la Obra, realizar o autorizar a terceros la publicación de noticias, dibujos o fotografías de las obras que sean objeto de contrata.

Artículo 62.- El periodo de garantía será de un año a partir del momento de la recepción provisional. La Contrata estará obligada a la conservación y mantenimiento de la vía, a costa de las obras incluidas en esta Proyecto durante su ejecución y plazo de garantía.

Artículo 63.- Es obligación de la empresa adjudicataria de las obras a ejecutar, cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de dichas obras, aunque no se halle expresamente determinado en las condiciones de este Pliego, y, en todo caso, sin separarse del criterio expuesto en estos artículos y de la correcta interpretación de las órdenes de que el Ingeniero disponga.

Las dudas que pudieran surgir en cuanto a las especificaciones del Proyecto, interpretación de los planos, detalle de las obras, etc..., se resolverán por el Ingeniero Director de la Obra, debiendo someterse a la Contrata a lo que dicho facultativo decida en cada caso.

Palencia, Abril 2015
El Ingeniero Técnico Forestal:

Fdo.: Gastón Val Moliné

DOCUMENTO Nº 4:

MEDICIONES

ÍNDICE MEDICIONES

1. Listado de mediciones	1
1.1. Superficie de ocupación	1
1.2. Movimientos de tierra	1
1.3. Volumen de la capa de tierra vegetal	1
1.4. Volumen de la cuneta	1
1.5. Superficie de los taludes	2
1.6. Obras de fábrica	2
2. Cuadro de mediciones	3

1. LISTADO DE MEDICIONES

1.1 Superficie de ocupación

La superficie de ocupación total es de **17.695,82 m²**

1.2 Movimientos de tierra

Volumen total de desmonte = **8.523'64 m³**

Volumen total de terraplén = **6.232'71 m³**

1.3 Volumen de la capa de tierra vegetal

Superficie de ocupación de la vía = 17.659'82

Espesor de la capa de tierra vegetal = 0'20 m

Volumen de la tierra vegetal = **3.531'96 m³**

1.4 Volumen de la cuneta

Cuneta izquierda

No tiene cuneta ya que en su mayor parte esta formado por terraplén.

Cuneta derecha

Se realizará cuneta en la base de los taludes de desmonte del lado derecho de la vía, que constituyen prácticamente la totalidad de la longitud (el volumen que se indica ya esta incluido en el volumen de desmonte mencionado anteriormente).

Longitud = 3.577 m

Área de la cuneta = 0'25 m²

Volumen de cuneta= **894'25 m³**

1.5 Superficie de los taludes

Superficie del talud de desmonte = **7.633'21 m²**

Superficie del talud de terraplén = **6.088'37 m²**

Superficie total de talud = **13.721'58 m²**

1.6 Obras de fábrica

Caños de drenaje: 8 unidades

Embocaduras: 8 unidades

2. CUADRO DE MEDICIONES

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza

Código	Descripción	Unidades	Cantidad
01.01	Panel informativo en chapa de acero galvanizado de 2'5 x 1'5 m con dos soportes de tubo, incluyendo excavación, hormigonado y colocación.	ud	1
01.02	Equipo de replanteo, formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.	horas	40

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Código	Descripción	Unidades	Cantidad
02.01	Tala de todo el arbolado existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte a vertedero.	m ²	17.695'82

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Código	Descripción	Unidades	Cantidad
03.01	Desbroce de toda la vegetación existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte al vertedero.	m ²	17.695'82

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Código	Descripción	Unidades	Cantidad
04.01	Excavación de los primeros 20 cm de la capa de tierra vegetal de toda la superficie de ocupación de la vía, incluyendo carga y transporte al lugar de acopio.	m ³	3.531'96

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

Código	Descripción	Unidades	Cantidad
05.01	Desmante en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluyendo excavado de cuneta, y transporte de los productos de la excavación a lugar de acopio o vertedero.	m ³	8.523'64
05.02	Terraplén con productos procedentes de la excavación, vertido y extendido mediante pala cargadora.	m ³	6.232'71

Capítulo 06: Refino de la plataforma

Codigo	Descripción	Unidades	Cantidad
06.01	Perfilado y refino de taludes en desmante o terraplén en terreno y perfilado de cuneta, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a vertedero, correctamente terminado.	m ²	13.721'58
06.02	Nivelación de la plataforma mediante motoniveladora, dando pendiente de bombeo del 2%.	m	3.577
06.03	Asurcado del terreno con motoniveladora	m	3.577

Capítulo 07: Compactación de la explanada

Codigo	Descripción	Unidades	Cantidad
07.01	Humidificación del material con un camión cuba hasta alcanzar la humedad óptima y compactación del firme con rodillo vibrante autopropulsado de 15t	m	3.577

Capítulo 08: Obras de fábrica

Codigo	Descripción	Unidades	Cantidad
08.01	Excavación de 8 zanjas, con retroexcavadora, transversalmente a la calzada, de 0'8 m de profundidad y 0'5 m de anchura.	m ³	11'20
08.02	Colocación de tubería de hormigón, de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior, colocación de embocadura de hormigón, y cubrición con tierra procedente de la excavación, totalmente terminado.	ud	8

Capítulo 09: Extendido de tierra vegetal

Codigo	Descripción	Unidades	Cantidad
09.01	Transporte de la tierra vegetal desde el lugar de acopio, extendido en los taludes de terraplén mediante pala cargadora.	m ³	3.531'96

Capítulo 10: Señalización de la vía

Codigo	Descripción	Unidades	Cantidad
10.01	Señal circular de diámetro 60 cm, normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.	ud	2

Palencia, Abril de 2015
 El Ingeniero Técnico Forestal:

Fdo.: Gastón Val Moliné

DOCUMENTO Nº 5:

PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios nº 1	1
2. Cuadro de precios nº 2	4
3. Presupuesto parcial	10
4. Presupuesto general	14

1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
01.01	Panel informativo en chapa de acero galvanizado de 2'5 x 1'5 m con dos soportes de tubo, incluyendo excavación, hormigonado y colocación.	m ²	Ciento cuarenta y ocho Euros con setenta y seis céntimos	148'76
01.02	Equipo de replanteo, formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.	horas	Cincuenta y siete euros con cuarenta y nueve céntimos	57'49

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
02.01	Tala de todo el arbolado existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte a vertedero.	m ²	Cero Euros con cincuenta y tres céntimos	0'53

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
03.01	Desbroce de toda la vegetación existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte al vertedero.	m ²	Cero Euros con ochenta y nueve céntimos	0'89

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
04.01	Excavación de los primeros 20 cm de la capa de tierra vegetal de toda la superficie de ocupación de la vía, incluyendo carga y transporte al lugar de acopio.	m ³	Cinco Euros con sesenta y dos céntimos	5'62

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
05.01	Desmante en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluyendo excavado de cuneta, y transporte de los productos de la excavación a lugar de acopio o vertedero.	m ³	Cinco Euros con sesenta y cuatro céntimos	5'64
05.02	Terraplén con productos procedentes de la excavación, vertido y extendido mediante pala cargadora.	m ³	Un Euro con ochenta y ocho céntimos	1'88

Capítulo 06: Refino de la plataforma

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
06.01	Perfilado y refino de taludes en desmante o terraplén en terreno y perfilado de cuneta, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a vertedero, correctamente terminado.	m ²	Cero Euros con cincuenta y seis céntimos	0'56
06.02	Nivelación de la plataforma mediante motoniveladora, dando pendiente de bombeo del 2%.	m	Cero Euros con seis céntimos	0'06
06.03	Asurcado del terreno con motoniveladora.	m	Cero Euros con cuatro céntimos	0'04

Capítulo 07: Compactación de la explanada

Código	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
07.01	Humidificación del material con un camión cuba hasta alcanzar la humedad óptima y compactación del firme con rodillo vibrante autopropulsado de 15t.	m	Cero Euros con nueve céntimos	0'09

Capítulo 08: Obras de fábrica

Codigo	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
08.01	Excavación de 8 zanjas, con retroexcavadora, transversalmente a la calzada, de 0'8 m de profundidad y 0'5 m de anchura.	m ³	Dos Euros con setenta y seis céntimos	2'76
08.02	Colocación de tubería de hormigón, de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior, colocación de embocadura de hormigón, y cubrición con tierra procedente de la excavación, totalmente terminado	ud	Trescientos veintiún Euros con setenta y dos céntimos	333'72

Capítulo 09: Extendido de tierra vegetal

Código	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
09.01	Transporte de la tierra vegetal desde el lugar de acopio, extendido en los taludes de terraplén mediante pala cargadora.	m ³	Dos Euros con sesenta y ocho céntimos	2'68

Capítulo 10: Señalización de la vía

Código	Descripción	Unidad	Importe	
			Letra	Número
10.01	Señal circular de diámetro 60 cm, normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada.	ud	Noventa y dos Euros con cincuenta y tres céntimos	92'53

2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza.

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
01.01	m ²	Panel informativo en chapa de acero galvanizado de 2'5 x 1'5 m con dos soportes de tubo, incluyendo excavación, hormigonado y colocación.	
		Mano de obra	46'63
		Maquinaria	0'00
		Resto de obra y materiales	102'13
		Total	148'76
01.02	horas	Equipo de replanteo, formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.	
		Mano de obra	56'09
		Maquinaria	0'00
		Resto de obra y materiales	1'40
		Total	57'49

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
02.01	m ²	Tala de todo el arbolado existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte a vertedero.	
		Mano de obra	0'17
		Maquinaria	0'35
		Resto de obra y materiales	0'01
		Total	0'53

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)	
03.01	m ²	Desbroce de toda la vegetación existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte al vertedero.	Mano de obra	0'13
			Maquinaria	0'74
			Resto de obra y materiales	0'02
			Total	0'89

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)	
04.01	m ³	Excavación de los primeros 20 cm de la capa de tierra vegetal de toda la superficie de ocupación de la vía, incluyendo carga y transporte al lugar de acopio.	Mano de obra	0'86
			Maquinaria	4'62
			Resto de obra y materiales	0'14
			Total	5'62

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
05.01	m ³	Desmante en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluyendo excavado de cuneta, y transporte de los productos de la excavación a lugar de acopio o vertedero.	
		Mano de obra	0'86
		Maquinaria	4'64
		Resto de obra y materiales	0'14
		Total	5'64
05.02	m ³	Terraplén con productos procedentes de la excavación, vertido y extendido mediante pala cargadora.	
		Mano de obra	0'00
		Maquinaria	1'81
		Resto de obra y materiales	0'07
		Total	1'88

Capítulo 06: Refino de la plataforma

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
06.01	m ²	Perfilado y refino de taludes en desmonte o terraplén en terreno y perfilado de cuneta, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a vertedero, correctamente terminado. Mano de obra Maquinaria Resto de obra y materiales Total	0'17 0'38 0'01 0'56
06.02	m	Nivelación de la plataforma mediante motoniveladora, dando pendiente de bombeo del 2%. Mano de obra Maquinaria Resto de obra y materiales Total	0'02 0'03 0'01 0'06
06.03	m	Asurcado del terreno con motoniveladora. Mano de obra Maquinaria Resto de obra y materiales Total	0'02 0'01 0'01 0'04

Capítulo 07: Compactación de la explanada

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
07.01	m	Humidificación del material con un camión cuba hasta alcanzar la humedad óptima y compactación del firme con rodillo vibrante autopropulsado de 15t. Mano de obra Maquinaria Resto de obra y materiales Total	0'02 0'05 0'02 0'09

Capítulo 08: Obras de fábrica

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)	
08.01	m ³	Excavación de 8 zanjas, con retroexcavadora, transversalmente a la calzada, de 0'8 m de profundidad y 0'5 m de anchura.	Mano de obra	0'86
			Maquinaria	1'83
			Resto de obra y materiales	0'07
			Total	2'76
08.02	m	Colocación de tubería de hormigón, de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior, colocación de embocadura de hormigón, y cubrición con tierra procedente de la excavación, totalmente terminado	Mano de obra	68'78
			Maquinaria	0'00
			Resto de obra y materiales	264'94
			Total	333'72

Capítulo 09: Extendido de tierra vegetal

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)	
09.01	m ³	Transporte de la tierra vegetal desde el lugar de acopio, extendido en los taludes de terraplén mediante pala cargadora.	Mano de obra	0'59
			Maquinaria	2'02
			Resto de obra y materiales	0'07
			Total	2'68

Capítulo 10: Señalización de la vía

Código	Unidad	Descripción	Precio (€)
10.01	m ³	Señal circular de diámetro 60 cm, normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada	
		Mano de obra	46'63
		Maquinaria	0'00
		Resto de obra y materiales	45'90
		Total	92'53

3. PRESUPUESTO PARCIAL

Capítulo 01: Señalización y replanteo de la traza

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
01.01	ud	Panel informativo en chapa de acero galvanizado de 2'5 x 1'5 m con dos soportes de tubo, incluyendo excavación, hormigonado y colocación.	1	148'76	148'76
01.02	horas	Equipo de replanteo, formado por un topógrafo, un auxiliar de topografía y un peón.	40	57'49	2.299'60
Precio total					2.448'36

Capítulo 02: Tala y retirada de los árboles

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
02.01	m ²	Tala de todo el arbolado existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte a vertedero.	17.695'82	0'53	9.378'78
Precio total					9.378'78

Capítulo 03: Limpieza y desbroce

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
03.01	m ²	Desbroce de toda la vegetación existente en la zona de ocupación de la vía, por medios mecánicos, incluyendo carga y transporte al vertedero.	17.695'82	0'89	15.749'28
Precio total					15.749'28

Capítulo 04: Retirada de la capa de tierra vegetal

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
04.01	m ³	Excavación de los primeros 20 cm de la capa de tierra vegetal de toda la superficie de ocupación de la vía, incluyendo carga y transporte al lugar de acopio.	3.531'96	5'62	19.849'61
Precio total					19.849'61

Capítulo 05: Desmontes y terraplenes

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
05.01	m ³	Desmote en tierra de la explanación con medios mecánicos, incluyendo excavado de cuneta, y transporte de los productos de la excavación a lugar de acopio o vertedero.	8.523'64	5'64	48.073'33
05.02	m ³	Terraplén con productos procedentes de la excavación, vertido y extendido mediante pala cargadora.	6.232'71	1'88	11.717'49
Precio total					59.790'82

Capítulo 06: Refino de la plataforma

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
06.01	m ²	Perfilado y refino de taludes en desmote o terraplén en terreno y perfilado de cuneta, incluso retirada y transporte de los productos resultantes a vertedero, correctamente terminado.	13.721'58	0'56	7.684'08
06.02	m	Nivelación de la plataforma mediante motoniveladora, dando pendiente de bombeo del 2%.	3.577	0'06	214'62
06.03	m	Asurcado del terreno con motoniveladora	3.577	0'04	143'08
Precio total					8.041'78

Capítulo 07: Compactación de la explanada

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
07.01	m	Humidificación del material con un camión cuba hasta alcanzar la humedad óptima y compactación del firme con rodillo vibrante autopropulsado de 15t.	3.577	0'09	321'93
Precio total					321'93

Capítulo 08: Obras de fábrica

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
08.01	m ³	Excavación de 8 zanjas, con retroexcavadora, transversalmente a la calzada, de 0'8 m de profundidad y 0'5 m de anchura.	11'20	2'76	30'91
08.02	ud	Colocación de tubería de hormigón, de 3'5 m de longitud y 70 cm de diámetro exterior, colocación de embocadura de hormigón, y cubrición con tierra procedente de la excavación, totalmente terminado	8	321'72	2.669'76
Precio total					2.700'67

Capítulo 09: Extendido de tierra vegetal

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
09.01	m ³	Transporte de la tierra vegetal desde el lugar de acopio, extendido en los taludes de terraplén mediante pala cargadora.	3.531'96	2'68	9.465'65
Precio total					9.465'65

Capítulo 10: Señalización de la vía

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Precio total (€)
10.01	ud	Señal circular de diámetro 60 cm, normal y troquelada, incluso poste galvanizado de sustentación y cimentación, colocada	2	92'53	185'06
Precio total					185'06

4. PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto de ejecución material

Capítulos	Importe (€)	%
01: Señalización y replanteo de la traza	2.448'36	1'91
02: Tala y retirada de los árboles	9.378'78	7'33
03: Limpieza y desbroce	15.749'28	12'31
04: Retirada de la capa de tierra vegetal	19.849'61	15'52
05: Desmontes y terraplenes	59.790'82	46'74
06: Refino de la plataforma	8.041'78	6'29
07: Compactación de la explanada	321'93	0'25
08: Obras de fábrica	2.700'67	2'11
09: Extendido de tierra vegetal	9.465'65	7'40
10: Señalización de la vía	185'06	0'15

Total: 127.931'94 €

El Presupuesto total de Ejecución Material del presente Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en el termino municipal de Trabadelo (León) asciende a la cantidad de **CIENTO VEINTISIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (127.931'94 €)**

Palencia, Abril de 2015
El Ingeniero Técnico Forestal:

Fdo.: Gastón Val Moliné

Presupuesto de ejecución por contrata

Presupuesto de ejecución material (PEM)	127.931'94 €
Gastos generales (15% PEM)	19.189'79 €
Beneficio industrial (6% PEM)	7.675'92 €
Presupuesto de Ejecución por contrata	154.797'65 €

El **Presupuesto total de Ejecución por Contrata** del Proyecto de mejora y ampliación de una vía forestal en el término municipal de Trabadelo (León) asciende a la cantidad de **CIENTO CINCUENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS (154.797'65 €)**

Presupuesto de ejecución por Licitación

Presupuesto de Ejecución por Contrata	154.797'65 €
IVA (21%)	32.507'51 €
Presupuesto de Ejecución por Licitación	187.305'16 €

El **Presupuesto total de Ejecución por Licitación** del Proyecto de ampliación y mejora de una vía forestal en el término municipal de Trabadelo (León) asciende a **CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCO EUROS CON SESENTA DIECISEIS CÉNTIMOS (187.305'16 €)**

Palencia, Abril de 2015
El Ingeniero Técnico Forestal:

Fdo.: Gastón Val Moliné