



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

PROYECTO BÁSICO PARA LA AMPLIACIÓN DE UN CARRIL ADICIONAL EN RAMPA EN
LA CARRETERA A-228 ENTRE LOS P.K. 23+300 AL 28+800. TÉRMINOS MUNICIPALES
DE MORA DE RUBIELOS Y ALCALÁ DE LA SELVA (TERUEL)

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Para la obtención del

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre de 2021

Tutor: Aranda Domingo, Jose Ángel





Agradecimientos:

A mi familia, pareja y amigos por el apoyo incondicional durante todo este tiempo





RESUMEN

El objetivo de este TFM es diseñar, a nivel de proyecto básico, la ampliación de un carril adicional en rampa en la carretera A-228 entre los PK 23+300 al 28+800, entre los términos de Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva, en la provincia de Teruel.

Para ello se evalúa el trazado actual del tramo, analizando las posibles problemáticas. A partir del citado análisis se proyectan 3 alternativas para mejorar la funcionalidad y seguridad de la circulación por el citado tramo.

El diseño geométrico de las 3 alternativas se ha llevado a cabo de acuerdo con la normativa vigente: Norma 3-1 IC "Trazado" (Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero)

Finalmente, este proyecto busca reflejar los conocimientos adquiridos por el alumno durante el periodo en el que ha cursado el master en ingeniería de caminos, canales y puertos. Constituye una primera toma de contacto diseño de proyectos de carreteras.

Palabras clave: Carretera, Diseño geométrico, Ensanchamiento, Trazado, Carril en rampa, Alternativas, Tráfico, Firmes

ABSTRACT

The objective of this master's dissertation is to design, at a basic project level, the extension of an additional ramp lane on the A-228 road between PK 23 + 300 to 28 + 800, between the terms of Mora de Rubielos and Alcalá de la Selva, in the province of Teruel.

For this, the current route of the section is evaluated, analyzing the possible problems. From the aforementioned analysis, 3 alternatives are projected to improve the functionality and safety of the circulation through the aforementioned section.

The geometric design of the 3 alternatives has been carried out in accordance with current regulations: Standard 3-1 IC "Tracing" (Order FOM / 273/2016, of February 19)

Finally, this project seeks to reflect the knowledge acquired by the student during the period in which he has completed the master's degree in engineering of roads, canals and ports. It constitutes a first contact design of road projects.

Palabras clave: Road, Geometric Design, Widening, Layout, Ramp Lane, Alternatives, Traffic, Firm





RESUM

L'objectiu d'aquest TFM és dissenyar, a nivell de projecte bàsic, l'ampliació d'un carril addicional en rampa a la carretera A-228 entre els PK 23 + 300 a l'28 + 800, entre els termes de Mora de Rubielos i Alcalá de la selva, a la província de Terol.

Per a això s'avalua el traçat actual de l'tram, analitzant les possibles problemàtiques. A partir del citat anàlisi es projecten 3 alternatives per millorar la funcionalitat i seguretat de la circulació pel citat tram.

El disseny geomètric de les 3 alternatives s'ha dut a terme d'acord amb la normativa vigent: Norma 3-1 IC "Traçat" (Ordre FOM / 273/2016, de 19 de febrer)

Finalment, aquest projecte busca reflectir els coneixements adquirits per l'alumne durant el període en què ha cursat el màster en enginyeria de camins, canals i ports. Constitueix una primera presa de contacte disseny de projectes de carreteres.

Palabras clave: Carretera, Disseny geomètric, Eixamplament, Traçat, Carril en rampa, Alternatives, Trànsit, Firms





ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

– DOCUMENTO Nº1: MEMORIA GENERAL

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº2 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ANEJO Nº3: DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEJO Nº5: DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

ANEJO Nº6: TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO Nº67 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

ANEJO Nº8: ODS

– DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN ECONÓMICA

1.- CUADRO DE PRECIOS Nº1

2.-CUADRO DE PRECIOS Nº2

3.- MEDICIONES

4.- PRESUPUESTO

5.- RESUMEN

– DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1.-SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN

2. PLANTA ALTERNATIVAS

3. PLANTA GENERAL. ORTOFOTO ALTERNATIVA 0

4. PLANTA ALTERNATIVA 0

5. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 0

6. PLANTA GENERAL ORTOFOTO ALTERNATIVA 1

7. PLANTA ALTERNATIVA 1

8. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 1

9. PERFILES TRANSVERSALES ALTERNATIVA 1

10. PLANTA GENERAL ORTOFOTO ALTERNATIVA 2

11. PLANTA ALTERNATIVA 2

12. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 2

13. SECCIÓN TIPO

14. OBRAS DE FÁBRICA

15. SEÑALIZACIÓN

– DOCUMENTO Nº4: APÉNDICE DE TABLAS





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA GENERAL

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel



ÍNDICE

1	ANTECEDENTES	3
2	OBJETO PROYECTO	3
3	DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS	4
3.1	Alternativa 0	4
3.2	Alternativa 1	4
3.3	Alternativa 2	5
4	GEOLOGÍA	5
5	DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	6
5.1	Drenaje Transversal	6
5.2	Drenaje Longitudinal	6
6	ESTUDIO DE TRÁFICO	7
7	DISEÑO DE FIRMES	7
8	DISEÑO GEOMÉTRICO	8
8.1	Alternativa 0	9
8.2	Alternativa 1	9
8.3	Alternativa 2	10
9	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	10
10	ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	11
10.1	Funcionalidad	11
10.2	Viabilidad económica	11
10.3	Conclusiones	12
11	VALORACIÓN ECONÓMICA	13
12	ANEJOS A ESTE DOCUMENTO	14
13	CONCLUSIONES	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Situación geográfica del tramo sometido a estudio de la carretera A-228	3
Figura 2.	Trazado en planta de la Alternativa 0	4
Figura 3.	Comparativo del trazado en planta de las Alternativas 0 y 1.	4
Figura 4.	Trazado en planta de la Alternativa 2	5
Figura 5.	Situación geológica general del tramo en estudio. Fuente: IGME.....	6
Figura 6.	Obra de drenaje transversal nº7.....	6
Figura 7	Solución adoptada para la explanada.	8
Figura 8.	Solución adoptada para el firme.....	8
Figura 9.	Sección tipo alternativas 0 y 1	8
Figura 10	Trazado en planta actual del tramo objeto de estudio.....	9
Figura 11.	Pista acceso a ganadería de reses bravas y fuente del Hortalán.....	10
Figura 12.	Señalización vertical y balizamiento dispuesto en un tramo del trazado.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Obras de drenaje transversal de nueva construcción.....	6
Tabla 2.	Resultados de la estación de aforo 806. Fuente: carreterasdearagón.com	7
Tabla 3.	Resultados de aplicar el criterio de la Orden FOM/3317/2010. Incremento anual acumulativo.....	7
Tabla 4.	Resultados de aplicar los resultados de la Regresión lineal. fuente: Elaboración propia.....	7
Tabla 5.	Resumen de dimensionamiento de firmes.	8
Tabla 6.	Resumen de la sección tipo.....	8
Tabla 7.	Resumen de características geométricas de la Alternativa 0	9
Tabla 8.	Resumen de características geométricas de la alternativa 1.....	9
Tabla 9.	Resumen de características geométricas de la alternativa 2.....	10
Tabla 10.	Tramos de adelantamiento permitidos.....	11
Tabla 11.	Presupuesto alternativa 0	12
Tabla 12.	Presupuesto Alternativa 1.....	12
Tabla 13.	Presupuesto Alternativa 2	12

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Desglose de alternativas.....	12
------------	-------------------------------	----



1 ANTECEDENTES

La carretera objeto de estudio del presente documento es la A-228, perteneciente a la red básica de carreteras de la Red Autonómica Aragonesa. Se trata de un elemento vertebrador del territorio aragonés, ya que permite conectar una vía de titularidad estatal (A-23) con los diferentes municipios de la provincia turolense. Esta carretera recorre 80 kilómetros, desde Sarrión a Montalbán, atravesando las comarcas de Gúdar-Javalambre, Maestrazgo, Hoya de Teruel y Cuencas Mineras.

El tramo para analizar de la carretera A-228 en el presente estudio es el comprendido entre Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva, en concreto desde el puerto de San Rafael a Mora de Rubielos. Este tramo recibe una gran afluencia de tráfico durante los meses invernales debido a que es la principal conexión con las pistas de esquí de Valdelinares.

Actualmente, desde el municipio de Mora de Rubielos al puerto de montaña de San Rafael hay un carril en el sentido de bajada y dos en el sentido de subida. Este tercer carril se dispone en dos tramos:

- Un primer tramo de 3650 metros comprendido entre los PK 23+000 y PK 19+000
- Un segundo tramo de 350 metros comprendido entre los PK 26+000 y PK 27+000

Entre ambos tramos existe un tercero (Tramo C) que dispone únicamente 1 carril por cada sentido de una longitud de 4700 metros.

2 OBJETO PROYECTO

El tramo bajo estudio recibe una gran cantidad de tráfico en los meses invernales con la llegada de multitud de aficionados al esquí. Los recorridos se concentran a primera hora de la mañana, coincidiendo con la apertura de las pistas de esquí, en concreto, en la franja horaria de 8:00 a 10:00 de la mañana. Cabe destacar que por el tramo no sólo discurren vehículos ligeros, sino que también circulan numerosos autobuses de viajes organizados a la nieve. Este hecho provoca una pérdida de funcionalidad en el tramo analizado.

Esta pérdida de funcionalidad se debe a circulación mixta de vehículos ligeros con pesados: los segundos obligan a reducir la velocidad a los primeros entorpeciendo así el tráfico. A pesar de la existencia de dos tramos en la subida al puerto de montaña de San Rafael con un carril en rampa adicional, las zonas de adelantamiento son insuficientes provocando así: niveles de consistencia bajos y accidentes de tráfico.

A la problemática anterior se suma la presencia de nieve en la época invernal, siendo de uso obligatorio las cadenas de nieve durante muchos días del año. Es muy frecuente la presencia de conductores en días de condiciones meteorológicas adversas debidos a la presencia de nieve en las carreteras, que no las llevan, llegando incluso a quedarse atascados en mitad de la vía. Esta acción dificulta enormemente la labor de los operadores de la vialidad invernal, ya que entorpecen la circulación de las máquinas quitanieves, pudiendo crear grandes retenciones de tráfico.

Bajo estas circunstancias, el por el órgano responsable, la Dirección General de Carreteras de Aragón, ha decidido tomar medidas y por ello ha promovido la redacción de un proyecto de mejora del tramo mencionado.

El objetivo del presente proyecto básico es rediseñar el trazado actual ampliando a un carril adicional en rampa, para ello se estudian tres alternativas:

- Ampliación de un carril adicional en rampa sobre el trazado actual sin llevar a cabo modificaciones sobre su trazado geométrico.
- Ampliación de un carril adicional en rampa sobre el trazado actual además de una modificación de aquellos acuerdos que representen una pérdida de funcionalidad de la vía.

- Ampliación de un carril adicional en rampa sobre el trazado actual además de una modificación de este adaptándolo a una carretera C-70 (carretera con velocidad de proyecto de 40 Km/h)

Los municipios de Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva se encuentran en la comarca de la sierra de Gúdar-Javalambre. La carretera A-228 que comunica ambos municipios discurre por el puerto de San Rafael, situado a una altitud de 1564 msnm. El tramo de estudio está comprendido entre los P.K. 23+069 al P.K. 28+761, situándose este último en el puerto de San Rafael.

El tramo de carretera discurre por una zona con una orografía muy abrupta, salvándose un gran desnivel. En los 5,7 km del tramo se salvan 200 metros de altura. Por ello el tramo actual se compone de muchas curvas cerradas intercaladas con muy pocas rectas que permitan el adelanamiento entre vehículos.

Las coordenadas UTM de inicio y final del tramo de carretera objeto de estudio se corresponden con:

- Inicio
 - UTMX: 693653.3
 - UTM Y: 4463850,4
- Final:
 - UTMX: 694462.3
 - UTM Y: 4468303.4

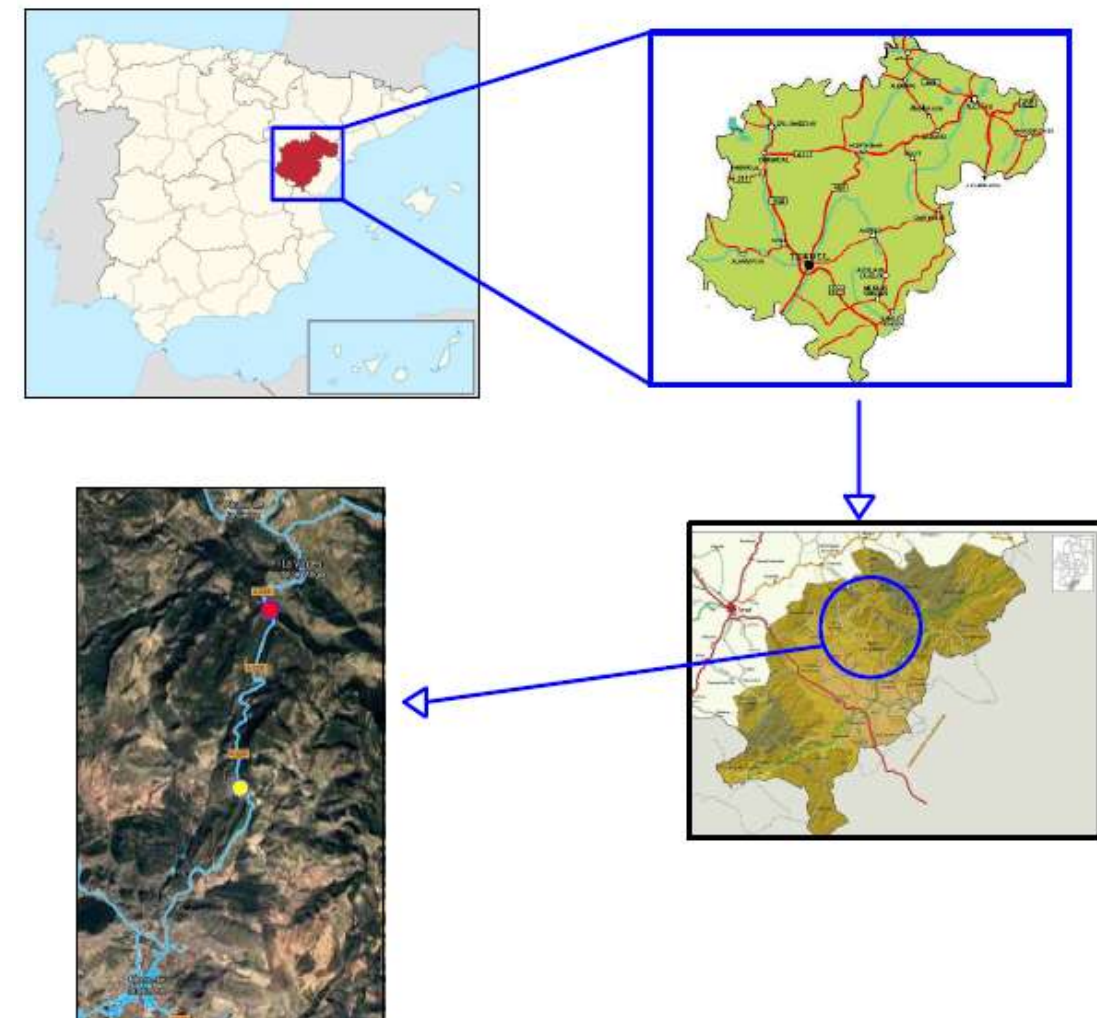


Figura 1 Situación geográfica del tramo sometido a estudio de la carretera A-228

3 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Tal y como se ha comentado en el punto anterior, la carretera objeto de estudio, se ve condicionada por la abrupta orografía y relieve, presentando un trazado sinuoso con curvas cerradas. Si analizamos la Instrucción de Carreteras 3. – I.C. “Trazado”, se comprueba que se trata de una carretera convencional “C”. Sin embargo, no se le puede asignar ninguna de las velocidades de proyecto, puesto que incumple las condiciones geométricas de trazado en planta.

El presente proyecto básico, se evalúa el trazado actual de la carretera y se propone 3 alternativas de mejora del trazado actual del tramo mencionado pertenecientes a la carretera A-228, con el objetivo de mejorar la funcionalidad de la vía.

Las alternativas planteadas se ven muy influenciadas por la abrupta orografía de la zona, obligando a llevar a cabo grandes movimientos de tierras en todas ellas. A continuación, se definen las 3 alternativas planteadas.

3.1 Alternativa 0

La alternativa 0 mantiene el trazado actual, e incorporar un tercer carril en rampa para mejorar la fluidez del tráfico. Además, contempla elevar la rasante de la calzada 5 cm mediante una capa de regularización de mezcla bituminosa en caliente, para mejorar el estado actual de la carretera.

Las características geométricas de la carretera se explicarán en el anejo nº6 Diseño Geométrico.



Figura 2. Trazado en planta de la Alternativa 0

En la imagen anterior se muestra el trazado en planta de la Alternativa 0, que coincide con el actual. En ella se aprecia la sinuosidad del trazado, marcados por muchas curvas cerradas y con una elevada pendiente.

Se trata de la Alternativa que requiere de un menor movimiento de tierras y por tanto, la que supone un coste económico menor. Sin embargo, al no modificar el trazado, se trata de la alternativa que presenta una menor mejora de la fluidez del tráfico y de la funcionalidad de la carretera

3.2 Alternativa 1

La alternativa 1, al igual que la alternativa 0, proyecta un tercer carril en rampa en el que dispone del paquete de firmes definido anteriormente, y eleva la rasante 5 cm mediante una capa de regularización. Sin embargo, la principal diferencia con la alternativa 0, consiste en modificar 3 acuerdos que a juicio del proyectista suponen un problema de seguridad y funcionalidad de la vía, o bien incumplen la condición geométrica de radio mínimo para una carretera C-40 (Radio >50 m); para ello se lleva cabo anteriormente una evaluación del trazado en planta actual de la carretera.

A continuación, se muestran una imagen en la que se compara el trazado en planta actual, con el propuesto en la alternativa 1, apreciándose los acuerdos en los que se modifica el diseño geométrico.

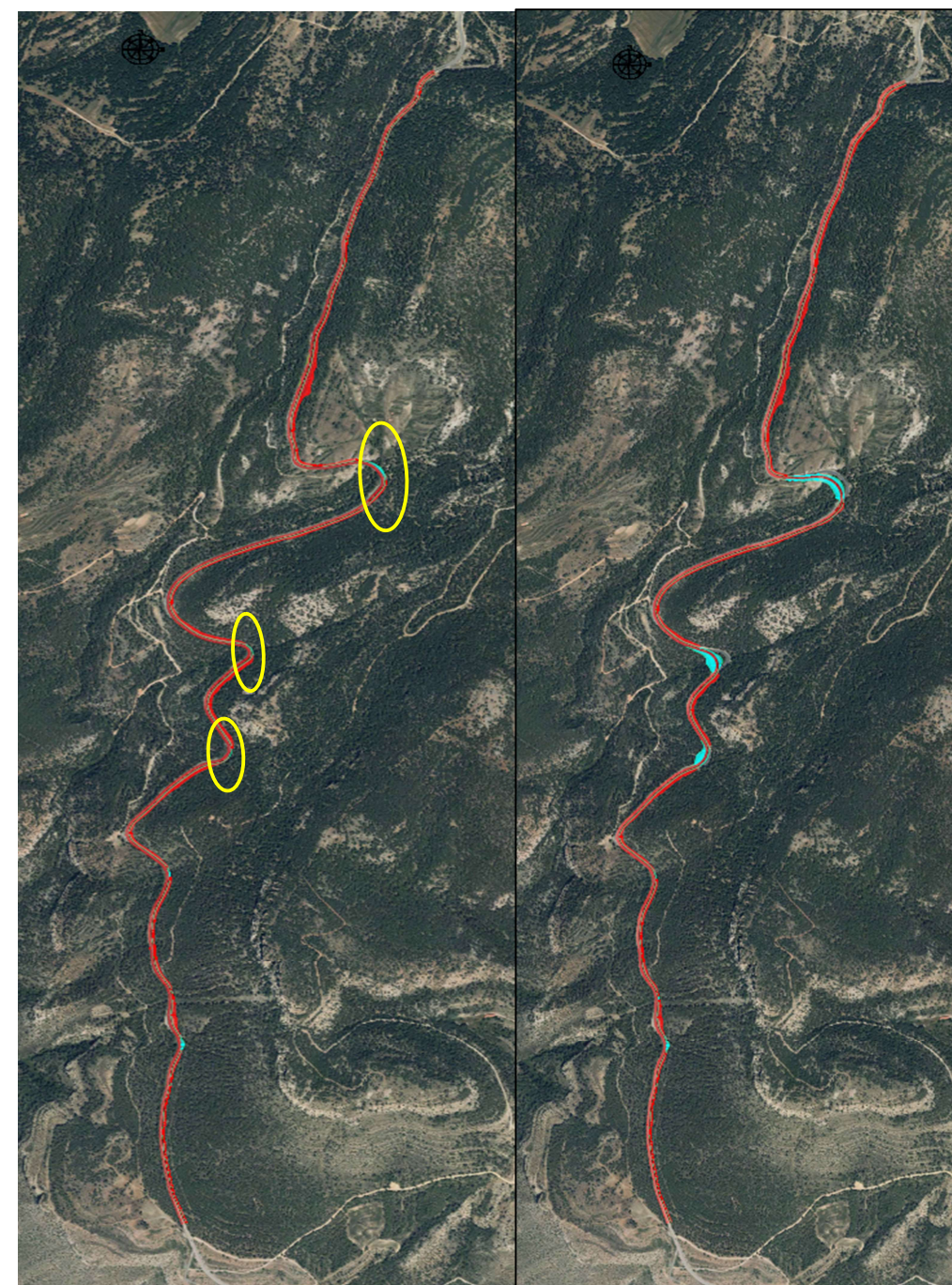


Figura 3. Comparativo del trazado en planta de las Alternativas 0 y 1.

En la imagen anterior se muestra a la izquierda la Alternativa 0 y a la izquierda la Alternativa 1. Además, vienen marcados los acuerdos de la Alternativa 0 que se modifican en la Alternativa 1. Por otro lado, se aprecia en color azul el terraplén necesario para modificar los 3 acuerdos de la Alternativa 1.

Esta alternativa presenta una mejora de la funcionalidad, el confort y la seguridad vial por encima de la alternativa 0, ya que modifica los acuerdos que a juicio del proyectista y teniendo en cuenta la normativa vigente, han de ser mejorados.

Al modificar dichos acuerdos, se generan un movimiento de tierra (terraplén) superior al de la Alternativa 0, y por tanto se encarece el presupuesto de esta alternativa.

3.3 Alternativa 2

Esta alternativa al igual que las anteriores, proyecta un ensanchamiento de la calzada a través de un tercer carril en rampa. Sin embargo, se diferencia del resto de alternativas en que modifica el trazado completamente adecuándolo al de una carretera C-70.

Para ello, se lleva a cabo un trazado geométrico completamente nuevo adecuándolo a las especificaciones necesarias para una velocidad de proyecto de 70 km/h.

Por otro lado, a diferencia de las otras alternativas, esta incorpora el paquete de firmes en la totalidad de la calzada, ya que se modifica considerablemente el trazado, lo cual repercutirá en el coste económico al generar un gran movimiento de tierras. Hay que recordar que el paquete de firmes se explicará en el apartado 7 y en el Anejo nº05.

En la siguiente imagen se muestra el trazado en planta de la Alternativa 2.



Figura 4. Trazado en planta de la Alternativa 2

En la imagen anterior se aprecia que el trazado de esta alternativa es completamente nuevo, generando grandes movimientos de tierra: en rojo oscuro se muestran los desmontes y en azul el terraplén necesario para acometer esta alternativa.

Por todo ello, se trata de la alternativa más costosa y desde el punto de vista de la funcionalidad y la comodidad resulta ser la óptima. Sin embargo, desde el punto de vista de la seguridad vial hay un aspecto a tener en cuenta: los vehículos que circulen en PK decreciente descenderán a gran velocidad un gran desnivel, y ello junto con las condiciones climatológicas de la zona (grandes heladas durante largos de tiempo) puede conllevar a la provocación de accidentes de tráfico.

Este último punto se tendrá en cuenta en la elección de la alternativa.

4 GEOLOGÍA

Este estudio tiene por objetivo conocer las características básicas geológico-geotécnicas de la zona de estudio. Su interpretación nos ayudará a conocer los parámetros geotécnicos necesarios para el desarrollo completo de este proyecto básico.

La recopilación de información se realiza desde la plataforma virtual del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Para la ejecución de este anejo se han utilizado los siguientes mapas:

- Mapa geológico de España y Portugal escala 1:1.000.000, realizado por el IGME y el LNEG (Figura 1 y Figura 2).
- Mapa de Edades de España 1/1.000.000.
- Mapa de Litologías de España 1/1.000.000.
- Magna 50 – Hoja 441.
- Estudio geológico de la Hoja 441.

Se realiza un encuadre geológico de la zona, y se observan las series estratigráficas para obtener las unidades geológicas que aparecen en la travesía. Además, se analiza la hidrogeología y las características geotécnicas de nuestro tramo objeto del estudio. Se tratará de determinar:

- Caracterización geotécnica de los materiales atravesados.
- Recomendaciones sobre desmontes: taludes de excavación, condiciones de estabilidad, método de ejecución y aprovechamiento de los materiales extraídos.
- Recomendaciones sobre terraplenes: condiciones de estabilidad y apoyo, asientos previsibles, materiales disponibles, método de ejecución y puesta en obra.
- Definición del suelo de apoyo de explanada.

La zona de estudio se sitúa al este de la provincia de Teruel, en la comarca de Gúdar-Javalambre a unos 40 km de la capital.

El tramo que está previsto acondicionar se sitúa entre el PK 23+069 y el PK 28+761 del trazado actual de la A-228, dentro del término municipal de Mora de Rubielos.

Se trata de un tramo que discurre a media ladera subparalelo al barranco de Fuentenarices. La traza seguirá mayoritariamente el trazado de la carretera actual, suavizándolo con la eliminación de las curvas más pronunciadas. Para ello se ejecutarán los desmontes y rellenos correspondientes, no estando previstas estructuras de relevancia salvo las correspondientes obras de drenaje (caños).

Geológicamente nos encontramos en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, dentro del dominio estructural del Macizo de Gúdar, cuyo elemento dorsal es el anticlinal de Alcalá de La Selva de dirección NO-SE.

El sustrato rocoso aflorante en la zona de estudio está constituido por materiales mesozoicos del Cretácico Inferior de naturaleza carbonatada y detrítica.

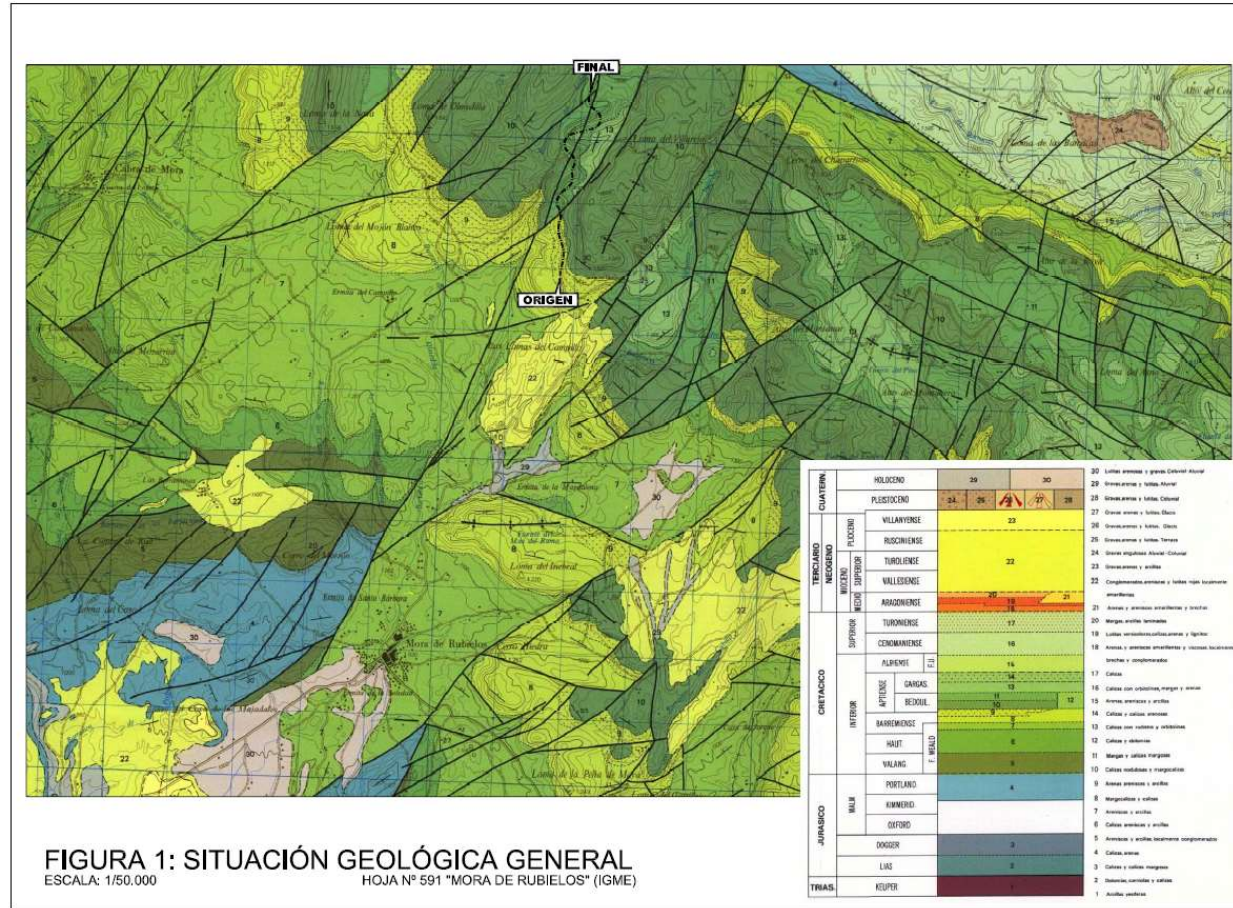


Figura 5. Situación geológica general del tramo en estudio. Fuente: IGME.

5 DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

En el anejo nº3: Drenaje longitudinal y transversal se desarrollan a partir de un estudio hidrológico, las infraestructuras de drenaje que a continuación se detallan.

5.1 Drenaje Transversal

En primer lugar, se realiza un inventario de las obras de fábrica existentes. En segundo lugar, se desarrollan las obras de drenaje transversal (ODT) de nueva construcción debido a la modificación del trazado. Para el desarrollo de las mismas, se siguen los criterios de la Instrucción 5-2.I.C.

Para diseñar las (ODT) es necesario identificar las cuencas vertientes a los puntos bajos generados por las trazas de nueva ejecución proyectadas en el presente proyecto básico. Una vez delimitadas las cuencas, se obtienen los caudales de estas para los periodos de 100 y 500 años.

A partir de los caudales obtenidos para cada cuenca se desarrollan las siguientes obras de drenaje transversal de nueva construcción:

CUENCA	ODT	PK	T(años)	Q m3/s	Longitud (m)	ODT
1	4	25+127	100	0,138	59,00	Caño 1,20
2	5	25+537	100	0,301	59,56	Caño 1,20
3	7	26+724	100	0,572	46,15	Caño 1,50

Tabla 1. Obras de drenaje transversal de nueva construcción.

A continuación, se muestra la obra de drenaje longitudinal nº7.

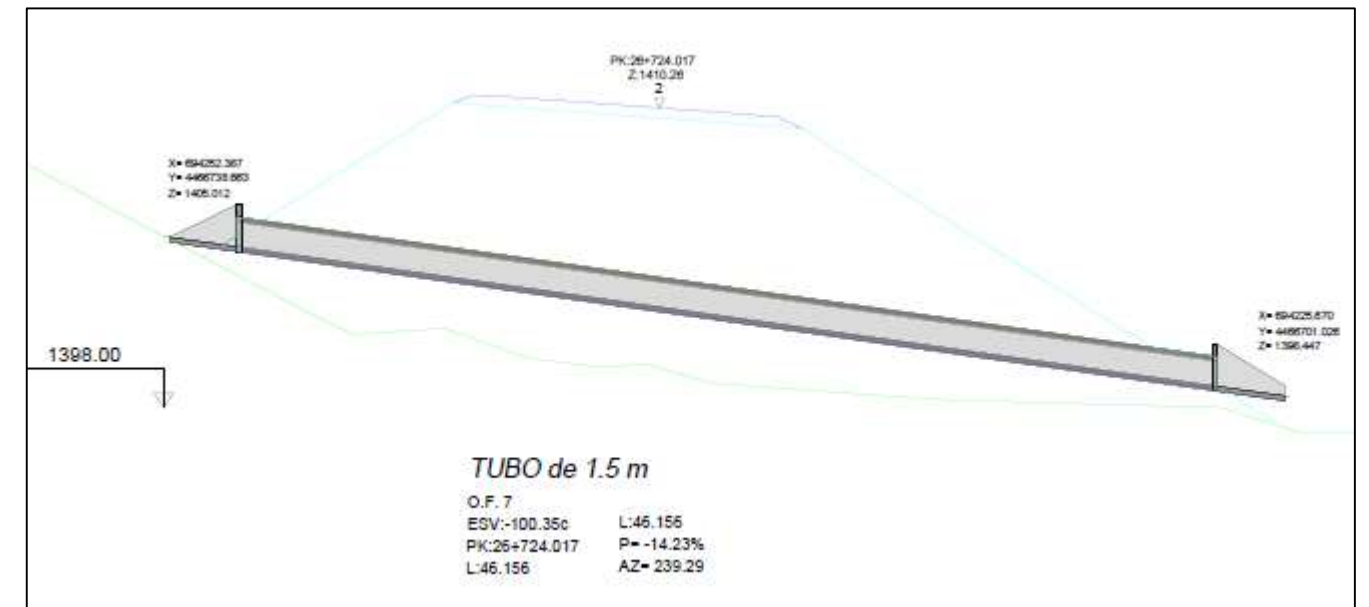


Figura 6. Obra de drenaje transversal nº7.

5.2 Drenaje Longitudinal

Para el drenaje longitudinal se ha llevado a cabo un hormigonado de las cunetas con las pendientes más pronunciadas. En este caso se ha hormigonado la cuenta comprendida entre el PK 217 +000 y el PK 28+631 que presenta de una pendiente constante comprendida entre el 5% y el 6%

6 ESTUDIO DE TRÁFICO

El objetivo de este anejo es realizar un análisis del tráfico, que nos permita caracterizar el tramo en estudio. Con ello, podremos definir diferentes alternativas en función del nuevo trazado, así como definir la sección de firme y explanada más adecuada a la demanda de tráfico.

Para llevar a cabo dicha caracterización, se han empleado la información procedente de la estación de aforo nº 806, ubicada en la A-228, en el término de Mora de Rubielos. Dicha información nos permite caracterizar el tráfico del tramo, ya que la estación registra únicamente el tráfico circulante por el tramo de estudio.

Se establece previamente como año de puesta en servicio y como año horizonte, 2025 y 2040 respectivamente. A través de los datos obtenidos de la estación de aforo, se obtiene el IMD y el IMDp entre los años 2007 y 2017. Esta información nos va a permitir realizar una prognosis del tráfico para los años 2025 y 2040.

AÑO	IMD	PESADOS	% PESADOS
2007	1214	160	13%
2008	1601	146	9%
2009	1558	128	8%
2010	1648	141	9%
2011	1577	101	6%
2012	1410	84	6%
2013	1389	132	10%
2014	1398	112	8%
2015	1743	133	8%
2016	1450	127	9%
2017	1625	76	5%

Tabla 2. Resultados de la estación de aforo 806. Fuente: carreterasdearagón.com

Para llevar a cabo dicha prognosis, es necesario estimar la IMD e IMDp de dichos años. Se han empleado dos métodos para llevar a cabo dicha estimación:

- Seguir la directriz marcada por la Orden FOM/3317/2010. Esta orden establece diferentes valores del incremento anual acumulativo en función del año.
- Establecer una correlación lineal a través de los aforos entre 2007 y 2017 para predecir el tráfico en los años mencionados.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos:

	IMD	IMDp
IMD, 2017	1625	76
IMD, ACTUAL	1696	79
IMD, año de puesta en servicio (2025)	1822	85
IMD, año horizonte (2040)	2258	106

Tabla 3. Resultados de aplicar el criterio de la Orden FOM/3317/2010. Incremento anual acumulativo.

	IMD	IMDp
IMD, 2017	1571	99
IMD, ACTUAL	1607	85
IMD, año de puesta en servicio (2025)	1667	62
IMD, año horizonte (2040)	1846	0

Tabla 4. Resultados de aplicar los resultados de la Regresión lineal. fuente: Elaboración propia.

Tras analizar los resultados de ambos métodos, se descarta el segundo (Correlación lineal a partir de datos de los aforos), por la poca veracidad de estos. Por lo tanto, se establece como IMD e IMDp de los años horizonte y de puesta en servicio, los mostrados en la Tabla 1 *Resultados de aplicar el criterio de la Orden FOM/3317/2010*.

La información obtenida relativa a los valores del IMD en los años de puesta en servicio y horizonte, os va a permitir adecuar la sección de la explanada y del firme a la demanda de tráfico estimada. Además, también va a resultar de utilidad en la definición de las distintas alternativas planteadas.

7 DISEÑO DE FIRMES

En el Anejo nº5: Diseño de firmes se lleva a cabo la dimensión de la sección de la explanada, así como del firme de según lo establecido en la Norma 6.1-IC de Secciones de Firmes, aprobada en diciembre de 2003.

Ha sido necesario recolectar cierta información previa al dimensionamiento de dichos firmes y explanada. En el Anejo nº 4: Categoría del Tráfico, se ha clasificado el tráfico pesado en base a su intensidad media diaria para el año de puesta en servicio como T41, a partir de una estación de aforo ubicada entre Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva.

El catálogo de explanadas de la Norma 6.1-IC presenta diferentes explanadas dependiendo de la categoría de tráfico pesado y del material subyacente. Para determinar la naturaleza del material subyacente ha sido necesario consultar un estudio geológico y geotécnico llevado a cabo en 2012 del tramo de estudio. Dicho estudio geológico define el material subyacente de la totalidad de la traza del tramo como adecuado, a partir

de las directrices marcadas por el Art 330 del *Pliego de Prescripciones técnicas generales para obras de carretera y puentes*.

Tras caracterizar el material subyacente, se define la explanada como categoría E2, es decir, con un módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga superior a 120 MPa. Una vez definidos estos dos parámetros, se obtienen 3 alternativas a través del citado catálogo de explanadas.

Los criterios empleados para seleccionar la alternativa óptima han sido el técnico y el económico, definiendo una explanada compuesta 35 cm de suelo seleccionado.

En el anejo nº 2 Estudio Geológico y geotécnico, se ha comprobado la presencia de suelo seleccionado en una parcela cercana al tramo de estudio, de manera que se puede emplear como material de préstamo.

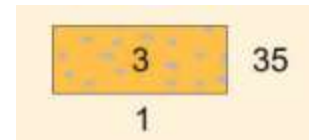


Figura 7 Solución adoptada para la explanada.

Por otro lado, el catálogo de firme propone diferentes alternativas en función de la categoría de explanada (E2) y de la categoría de tráfico pesado (T41). Para las condiciones definidas, se tienen 3 alternativas de las que se escoge finalmente una a través de criterios técnicos y económicos. La alternativa escogida presenta una capa de 30 cm de zahorra artificial, sobre la que apoyan:

- Capa intermedia: AC22 bin S con árido calizo, de un espesor de 6 cm.
- Capa de rodadura AC16 surf D con árido silíceo, de un espesor de 5 cm.

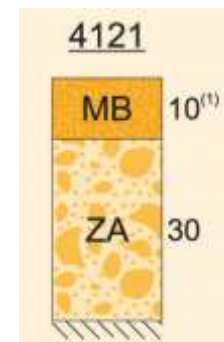


Figura 8. Solución adoptada para el firme.

En la siguiente table se muestra, a modo resumen la sección tipo de explanada y de firmes escogida.

	Capa	Material	Espesor
FIRME	Rodadura	AC16 surf D	5
	Riego de adherencia	C60B2 ADH	
	Intermedia	AC22 bin S	6
	Riego de imprimación	C60BF4 IMP	
	Zahorra artificial	Zahorra artificial	30
EXPLANADA	Explanada	Suelo seleccionado	35
SUELO	Suelo Subyacente	Suelo adecuado	

Tabla 5. Resumen de dimensionamiento de firmes.

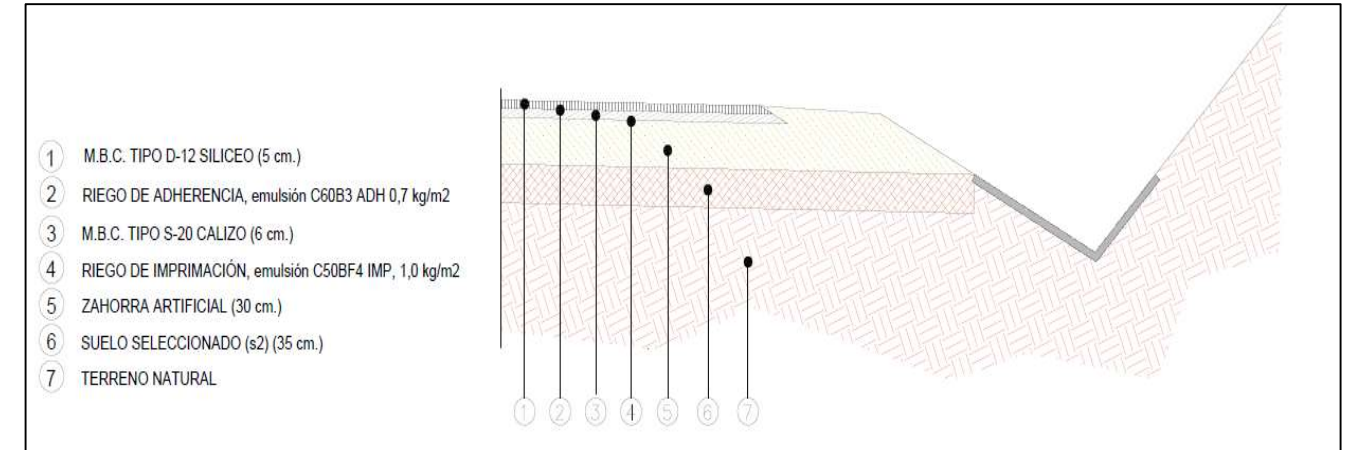


Tabla 6. Resumen de la sección tipo.

Hay que destacar que el paquete de firmes dimensionado se dispone en el carril adicional en rampa para las alternativas 0 y 1; mientras que en la alternativa 2 se dispondría en todo el ancho de calzada, incrementando así el coste de la alternativa.

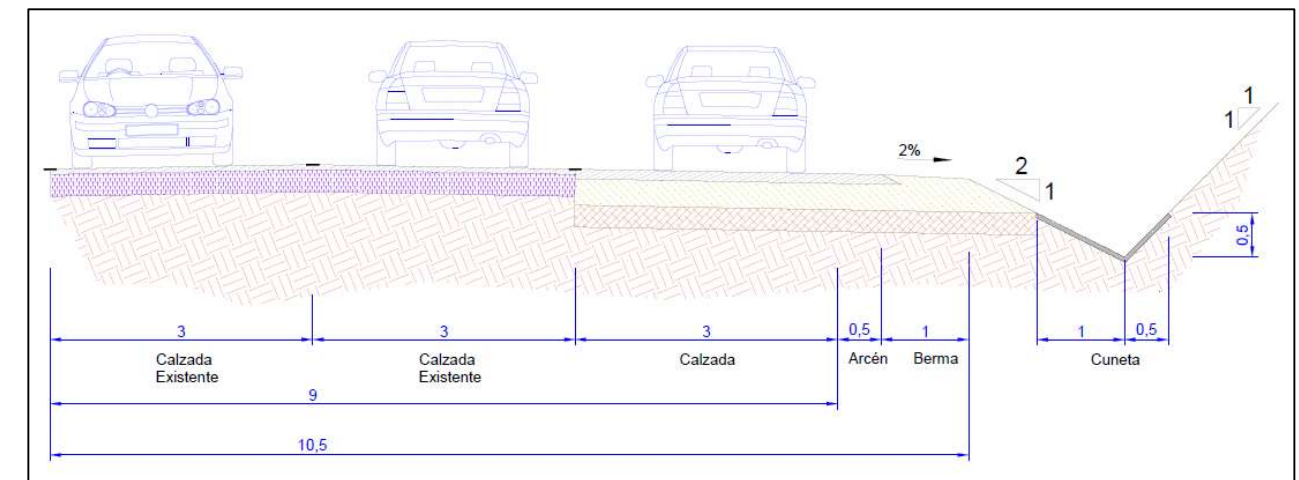


Figura 9. Sección tipo alternativas 0 y 1

8 DISEÑO GEOMÉTRICO

En el Anejo nº6 se encuentra toda la información relativa a los trazados de la carretera en las diferentes alternativas planteadas. Todo lo expuesto en él, se ha realizado según la Instrucción de Carreteras 3. – I.C. “Trazado”, de febrero de 2016.

El trazado actual presenta dos características fundamentales:

- Discurre por un entorno montañoso, con una orografía accidentada, y salvando grandes desniveles. Estas circunstancias condicionan completamente el trazado, componiéndolo de numerosas curvas cerradas y dotándolo de un carácter sinuoso.
- Se proyecta en el pasado de acuerdo con una normativa desfasada.

En primer lugar, se lleva a cabo un análisis del actual trazado y se observa que no se adapta a las características geométricas de la normativa actual (“Norma 3.1 -IC “Trazado”), por consiguiente, prácticamente la mayoría de las alineaciones incumplen dicha normativa. Por ello, se va a evaluar el trazado actual, definiendo el tramo objeto de estudio, como una C-40 (carretera convencional con velocidad de

proyecto de 40 km/h), ya que, según la normativa vigente, es la velocidad mínima con la que se pueden proyectar trazados geométricos de carreteras.

El análisis se va a ceñir exclusivamente en el diseño geométrico en planta, ya que, al tratarse de un trazado antiguo basado en una normativa desfasada, si se estudiasen otros criterios como el alzado, la totalidad del tramo incumpliría normativa. Por lo tanto, se va a comprobar que alineaciones presentan un radio inferior a 50 metros y cuales, a juicio del proyectista, deberían ser modificadas para mejorar la funcionalidad de la vía.

En la siguiente imagen se muestra el trazado en planta actual de la carretera bajo estudio. En amarillo aparecen marcados aquellos acuerdos que desde el punto de vista debería ser modificados, bien por el incumplimiento de la normativa vigente o bien por la poca funcionalidad que presentan bajo el criterio del proyectista.

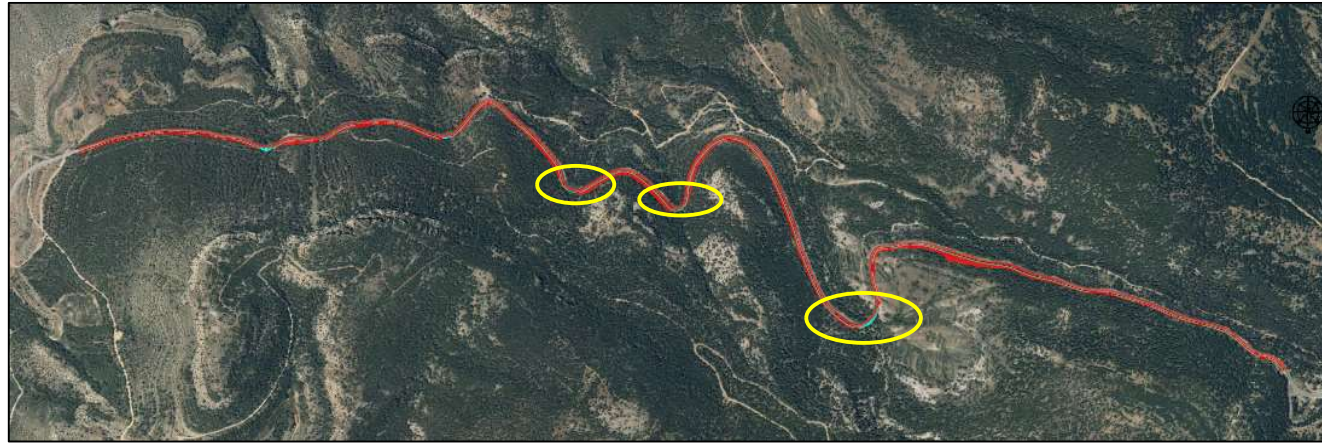


Figura 10 Trazado en planta actual del tramo objeto de estudio

Una vez analizado el trazado actual, se presentan las diferentes alternativas propuestas.

8.1 Alternativa 0

Esta alternativa mantiene el trazado actual y proyecta un carril adicional en rampa, llevando a cabo el correspondiente ensanchamiento de plataforma. Por otra parte, eleva la rasante 5 cm a través de una capa de regularización de 5 cm para mejorar el firme existente.

En la siguiente imagen se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado.

ALTERNATIVA 0		
	Velocidad de proyecto	-
	Longitud total	5692
PLANTA	Longitud en curva circular	3477,24
	Longitud en clotoide	117,271
	Longitud en recta	2098,31
	Longitud de la recta mas larga	155

	Radio max	1000
	Radio min	31
	Total curvas derecha	31
	Total curvas izquierda	20
	Total rectas	39
ALZADO	Pendiente máx	9,33%
	Pendiente mín	0,20%

Tabla 7. Resumen de características geométricas de la Alternativa 0

8.2 Alternativa 1

Esta alternativa, al igual que la alternativa anterior, ensancha la plataforma mediante un carril adicional en rampa y eleva la rasante de la calzada mediante una capa de regularización de 5 cm. Por otro lado, a través de la evaluación del trazado actual llevado a cabo en el capítulo 8, modifica los 3 acuerdos señalados con el objetivo de cumplir normativa y mejorar la funcionalidad de la vía a juicio del proyectista.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado.

ALTERNATIVA 1		
	Velocidad de proyecto	40 km/h
	Longitud total	5562
PLANTA	Longitud en curva circular	3172
	Longitud en clotoide	554
	Longitud en recta	1835
	Longitud de la recta mas larga	155
	Radio max	1000
	Radio min	45
	Total curvas derecha	30
Total curvas izquierda	19	
Total rectas	34	
ALZADO	Pendiente máx	9,33%
	Pendiente mín	0,20%

Tabla 8. Resumen de características geométricas de la alternativa 1.

8.3 Alternativa 2

Esta alternativa contempla el ensanchamiento de la calzada mediante la adición de un carril en rampa, al igual que las dos alternativas anteriores. Sin embargo, las principales características de esta alternativa son las siguientes:

- Proyecta un trazado de acuerdo con una carretera C-70 (velocidad de proyecto de 70 km/h), por lo que diseña un trazado completamente nuevo, el cual prácticamente no coincide con la traza actual, conllevando grandes movimientos de tierras. Además, a diferencia de la alternativa 1, se van a tener en cuenta todos los criterios de diseño del trazado en planta y alzado.
- A diferencia de las Alternativa 0 y 1, que proyectaban un paquete de firmes en el carril adicional formado por suelo seleccionado, zahorra y dos capas de mezcla bituminosa; esta proyecta el mismo paquete de firmes, pero en todo el ancho de la calzada, ya que en muchos tramos se modifica el trazado en planta. Esto conlleva con un recrecido de la rasante de la carretera y con grandes movimientos de tierras.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado.

ALTERNATIVA 2		
	Velocidad de proyecto	70 km/h
	Longitud total	5292
PLANTA	Longitud en curva circular	2335,315
	Longitud en clotoide	1816,881
	Longitud en recta	1140,578
	Longitud de la recta mas larga	494
	Radio max	2500
	Radio min	100
	Total curvas derecha	10
	Total curvas izquierda	8
	Total rectas	7
ALZADO	Pendiente máx	8,12%
	Pendiente mín	0,19%

Tabla 9. Resumen de características geométricas de la alternativa 2.

9 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

El presente anejo se refiere a las marcas viales, señalización, balizamiento y defensa necesarios para conseguir el grado máximo de seguridad, eficacia y comodidad en la circulación de los vehículos, tanto en lo que se refiere a señales para la orientación del usuario como en lo relativo a barreras de seguridad y control de accesos. Para llevarlo a cabo se ha seguido la normativa vigente.

En primer lugar, se ha llevado a cabo un estudio de visibilidad de parada debido a que existe una pista a la cual se accede desde el inicio del tramo del presente proyecto básico. Esta pista es muy transitada los fines de semana debido a que da acceso a una ganadería de reses bravas y a un recreativo llamado Fuente del Hortalán.

En la siguiente imagen se aprecia la pista que da acceso a los dos parajes.



Figura 11. Pista acceso a ganadería de reses bravas y fuente del Hortalán.

Tras realizar el estudio de visibilidad de parada, se aprecia que en la zona de estudio la visibilidad de parada es superior a la distancia de parada, por lo que se entiende que los circulantes tienen la suficiente visibilidad como para poder entrar o salir de la pista sin poner en riesgo la funcionalidad de la vía, así como la seguridad vial.

Por otro lado, se ha llevado a cabo un estudio de la visibilidad de adelantamiento en el sentido decreciente de los PKs, ya que en el sentido creciente se proyecta un carril en rampa adicional y no es necesario disponer de tramos de adelantamiento.

Del estudio de visibilidad se obtienen dos tramos de adelantamiento que prácticamente coinciden con los tramos actuales. Este resultado era el esperado, debido a que en la alternativa escogida (la nº 1), se proyecta un carril adicional y se eleva 5 cm la rasante de la calzada, lo cual mejora la visibilidad escasamente.

A continuación, se muestran los tramos de adelantamiento en el sentido PKs decreciente obtenidos.

TRAMOS CON ADELANTAMIENTO PERMITIDO

PK INI	PK fin
28572	27617
26957	26202

Tabla 10. Tramos de adelantamiento permitidos.

Finalmente, se ha definido la señalización horizontal (marcas viales), señalización vertical, balizamiento y defensas de acuerdo con la normativa vigente.

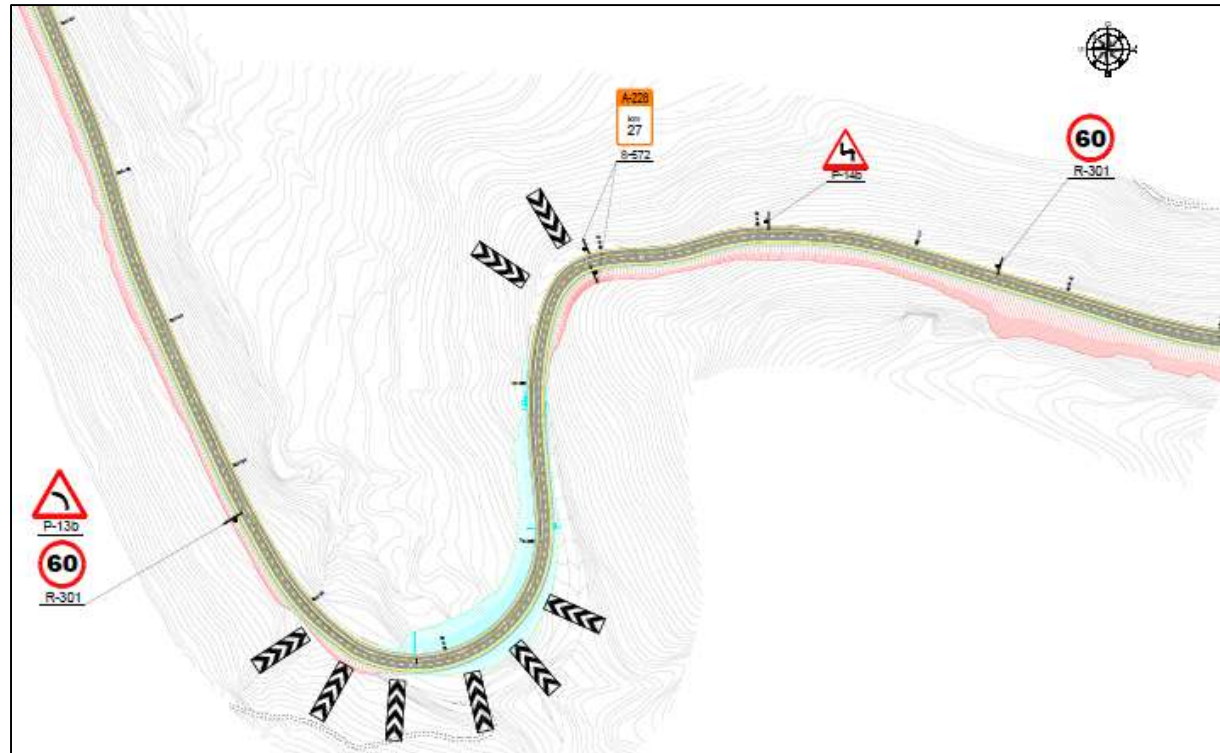


Figura 12. Señalización vertical y balizamiento dispuesto en un tramo del trazado.

10 ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Tras haber desarrollado las 3 alternativas, se procede a escoger a una de ellas. Los criterios de elección de la alternativa van a ser los siguientes: funcionalidad, viabilidad económica y el juicio del proyectista.

10.1 Funcionalidad.

La funcionalidad de una carretera va ligada a la seguridad de circulación y al confort. La alternativa 0 constituye la opción menos funcional, ya que no modifica el trazado, manteniendo curvas sinuosas y dificultando la fluidez del tráfico, suponiendo un riesgo para la seguridad vial.

Por otro lado, la Alternativa 1 modifica el trazado mejorando aquellas curvas más cerradas, permitiendo una mayor fluidez del tráfico en comparación con la alternativa anterior. Esto supone una mejora de la seguridad vial, del confort y en definitiva de la funcionalidad de la carretera.

Finalmente se ha definido la alternativa 2, la cual modifica el trazado completamente, aumentando la velocidad de circulación y la fluidez del tráfico. Sin embargo, ese aumento de velocidad de circulación junto con las condiciones climatológicas extremas en los meses invernales puede acarrear accidentes y por tanto un riesgo para la seguridad vial en la carretera.

Concluyendo, la Alternativa 1 es la que presenta una mayor mejora de la funcionalidad y la seguridad vial en su conjunto.

10.2 Viabilidad económica.

El aspecto económico va a ser otro criterio tener en cuenta, ya que la administración titular de la carretera dispone de medios económicos limitados. A la hora de analizar el coste de cada alternativa se ha atendido a las partidas que más presupuesto requieren para llevarlas a cabo:

- Desmante
- Pedraplén
- Zahorra artificial
- Suelo seleccionado
- Mezcla asfáltica

De manera que se va a analizar para cada una de las alternativas, las mediciones de las citadas partidas y el coste que suponen.

A continuación, se muestra un resumen de los costes de cada partida para cada una de las 3 alternativas proyectadas.

ALTERNATIVA 0				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmonte	M3	109.676,10	8,45	926.763,05
Terraplén o Pedraplén	M3	1.252,80	9,63	12.064,46
Suelo seleccionado	M3	9.910,20	17,1	169.464,42
Zahorra Artificial	M3	7.383,00	32,17	237.511,11
AC 16 Surf D	Tn	7.945,44	59,43	472.157,77
AC 22 Bin S	Tn	2.839,20	53,29	151.300,97
TOTAL PRESUPUESTO				1.969.261,78

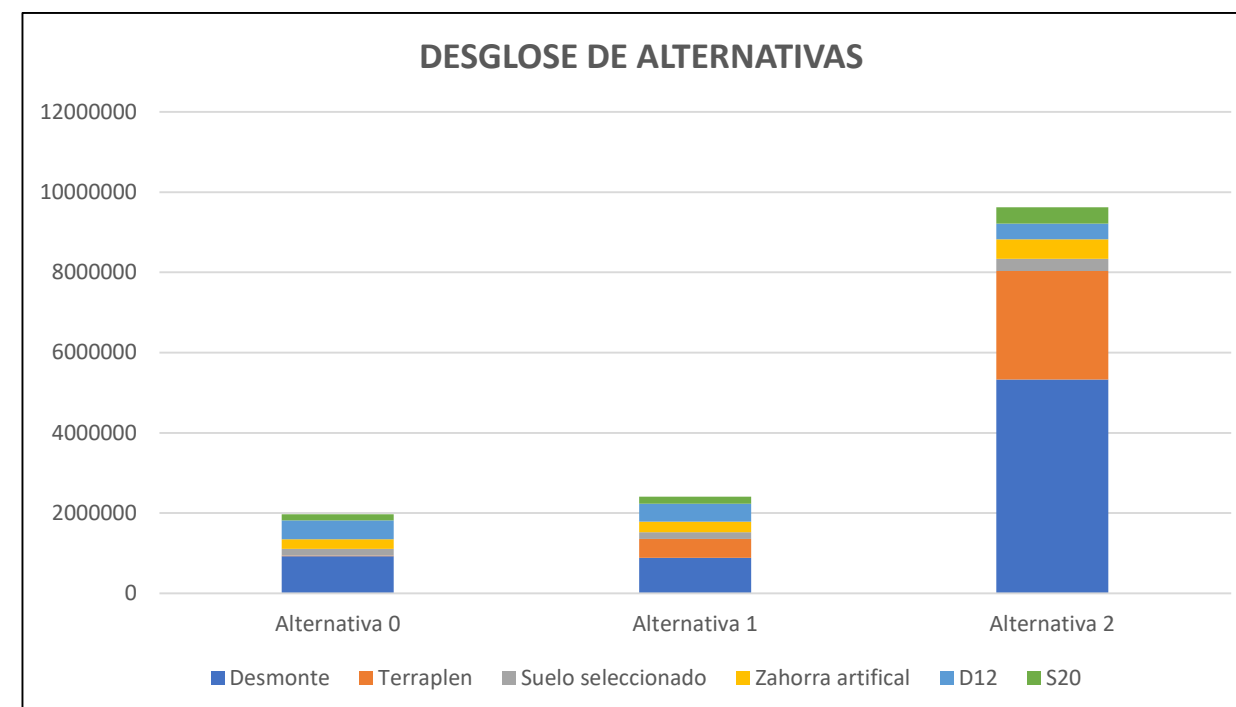
Tabla 11. Presupuesto alternativa 0

ALTERNATIVA 1				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmonte	M3	104.341,00	8,45	881.681,45
Terraplén o Pedraplén	M3	48.881,20	9,63	470.725,96
Suelo seleccionado	M3	9.908,30	17,1	169.431,93
Zahorra Artificial	M3	8.212,00	32,17	264.180,04
AC 16 Surf D	Tn	7.461,60	59,43	443.405,58
AC 22 Bin S	Tn	3.379,92	53,29	180.115,94
TOTAL PRESUPUESTO				2.409.540,89

Tabla 12. Presupuesto Alternativa 1

ALTERNATIVA 2				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmonte	M3	630.965,00	8,45	5.331.654,25
Terraplén o Pedraplén	M3	280.363,00	9,63	2.699.895,69
Suelo seleccionado	M3	17.890,00	17,1	305.919,00
Zahorra Artificial	M3	14.997,00	32,17	482.453,49
AC 16 Surf D	Tn	6.600,00	59,43	392.205,00
AC 22 Bin S	Tn	7.737,60	53,29	412.336,70
TOTAL PRESUPUESTO				9.624.464,13

Tabla 13. Presupuesto Alternativa 2



Gráfica 1. Desglose de alternativas

A partir de las tablas 10, 11 y 12, y de la gráfica 1 se puede concluir lo siguiente:

- La similitud del coste de ejecución de las alternativas 0 y 1.
- La gran diferencia de coste entre la Alternativa 2 y el resto. A raíz de este hecho, se podría descartar la alternativa 2 por su elevado coste, sin tener que analizar la funcionalidad del trazado, ya que ese presupuesto haría inviable la ejecución de la Alternativa.

10.3 Conclusiones

De los dos apartados anteriores se concluye lo siguiente:

- La alternativa 0 presenta la ventaja de resultar la opción menos costosa económicamente. Sin embargo, al no modificar el trazado, presenta una menor funcionalidad. A pesar de contemplar el ensanchamiento de la calzada, sigue constituyendo un problema de seguridad vial al mantener un trazado sinuoso con varios acuerdos peligrosos (curvas cerradas).
- La alternativa 2 es claramente la que dota a la vía de una mayor funcionalidad. Al cambiar completamente el trazado, adaptándolo a una C-70, permite circular a una velocidad mayor y consigue una mayor fluidez del tráfico. Sin embargo, ese aumento de la velocidad a 70 km/hora puede suponer un peligro contra la seguridad vial, al presentar una gran pendiente. Esto puede acarrear que los vehículos que circulen de Alcalá de la Selva hacia Mora de Rubielos alcancen velocidades superiores a los 70 km/h y pierdan el control del automóvil. Por otro lado, hay que tener en cuenta que se encuentra en un puerto de montaña, con condiciones climatológicas adversas durante gran parte del año debido a fuertes heladas y nieves. Este hecho sumado al aumento de la velocidad de circulación puede provocar accidentes de tráfico. Por otro lado, esta alternativa es la más costosa económicamente, y lo más realista es que la Administración titular de la vía no pueda hacer frente a dicho importe.

- Finalmente, la alternativa 1 a diferencia de la Alternativa 0, mejora la funcionalidad de la vía al modificar aquellos acuerdos con radios más reducidos que suponen un riesgo contra la seguridad vial. Además, el incremento de coste respecto a la alternativa 0 es reducido. Por otro lado, al compararse con Alternativa 2, esta alternativa presenta una mejor funcionalidad por el aspecto del exceso de velocidad de la alternativa 2, evitando accidentes por altas velocidad en presencia de heladas. En cuanto al aspecto económico resulta mucho más ventajosa que la alternativa 2.

Finalmente, a partir de lo expuesto anteriormente, se escoge y se desarrolla la Alternativa 1.

11 VALORACIÓN ECONÓMICA

En el siguiente apartado se muestra un resumen de la valoración económica realizada en el correspondiente documento de este proyecto.

Tal y como indica el alcance de un proyecto básico, se ha realizado una valoración de las unidades de obra más representativas de la actuación. Además, las mediciones están basadas en el documento nº2: Planos.

La valoración se divide en 8 capítulos: Movimiento de tierras, firmes, drenaje transversal, señalización y balizamiento, gestión de residuos, reposición de servicios, control de calidad y ensayos de laboratorio, y seguridad y salud

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<u>CAPÍTULO</u>	<u>IMPORTE</u>
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1.359.293,41
2 FIRMES.....	1.098.313,06
3 DRENAJE.....	97.926,00
4 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	34.133,11
5 GESTIÓN DE RESIDUOS.....	15.000,00
6 REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	22.660,00
7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	35.000,00
8 SEGURIDAD Y SALUD.....	42.000,00
Total presupuesto de ejecución material	2.704.325,58
13% Gastos generales.....	351.562,33
6% Beneficio Industrial.....	162.259,33
SUMA	3.218.147,44
21% IVA.....	675.810,96
Total Presupuesto base de licitación	3.893.958,40

Asciende el presente presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de TRES MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CENTIMOS

Pablo Saura Carceller

El redactor del proyecto básico

Los precios unitarios se han establecido a partir de bases de datos verificadas y actualizadas, y de la experiencia del alumno en la redacción de proyectos. Aplicando a los precios unitarios las mediciones de proyecto, se obtiene el presupuesto de ejecución material (PEM) de la obra, que asciende a de DOS MILLONES SETECIENTOS CUATRO MIL TERCIENTOS VEINTICINCO EUROS con CIEN Y OCHO CENTIMOS (2.704.325,58)

El presupuesto base de la obra (IVA incluido) se obtiene incrementando el presupuesto de ejecución material en un 13% de gastos generales, un 6% de beneficio industrial y un 21% de impuesto sobre el valor añadido (IVA), que asciende a la cantidad de TRES MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CENTIMOS (3.893.958, 40)

12 ANEJOS A ESTE DOCUMENTO

El presente documento consta de los siguientes anejos:

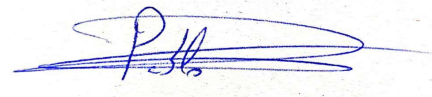
- Anejo nº1: Estudio de Alternativas.
- Anejo nº2: Estudio geológico y geotécnico.
- Anejo nº3: Drenaje longitudinal y transversal.
- Anejo nº4: Estudio de tráfico.
- Anejo nº5: Dimensionamiento de firmes.
- Anejo nº6: Diseño geométrico.
- Anejo nº7: Señalización y balizamiento
- Anejo nº8: ODS

13 CONCLUSIONES

Se estima que la información detallada en los documentos nº1, nº2 y nº3 son suficientes para cumplir con el objetivo y alcance de este proyecto básico. Por otro lado, se concluye que la solución propuesta, además de cumple con la normativa vigente, satisface las necesidades exigidas.

Valencia, Septiembre de 2021

El autor del proyecto:



Pablo Saura Carceller



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJOS AL DOCUMENTO Nº1: MEMORIA GENERAL

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE DE ANEJOS AL DOCUMENTO N°1: MEMORIA GENERAL

ANEJO N°1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO N°2 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ANEJO N°3: DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

ANEJO N°4: ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEJO N°5: DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

ANEJO N°6: TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO N°7: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

ANEJO N°8 ODS





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel



ÍNDICE ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	3
2.1	Alternativa 0	3
2.2	Alternativa 1	4
2.3	Alternativa 2	5
3	ELECCIÓN DE ALTERNATIVA	7
3.1	Funcionalidad.	7
3.2	Viabilidad económica	7
3.3	Conclusiones.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Paquete de firmes a disponer en el carril de aceleración para las Alternativas 0 y 1.	3
Figura 2.	Trazado en planta de la alternativa 0.....	4
Figura 3.	Acuerdos por modificar en la Alternativa 1	4
Figura 4.	Trazado en planta de la Alternativa 1.	5
Figura 5.	Paquete de firmes de la Alternativa 2.....	5
Figura 6.	Trazado en planta de un tramo de la Alternativa 2	6
Figura 7.	Trazado en planta de la Alternativa 2	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Paquete de firmes definido. Fuente: Elaboración propia. Anejo nº5: Dimensionamiento de firmes	3
Tabla 2.	Características de la Alternativa 0.....	3
Tabla 3.	Resumen características geométricas de la Alternativa 2	6
Tabla 4.	Presupuesto Alternativa 0.....	7
Tabla 5.	Presupuesto Alternativa 0.....	7
Tabla 6.	Presupuesto Alternativa 0.....	7

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Comparativo de presupuestos de las 3 alternativas.	8
Gráfica 2.	Desglose de alternativas.....	8
Gráfica 3.	Desglose presupuestario de las partidas de las 3 alternativas.....	8



1 INTRODUCCIÓN

La carretera objeto de estudio, discurre por un sistema montañoso muy abrupto y con una orografía accidentada. Este hecho condiciona en gran medida el trazado de la carretera, componiéndose de curvas cerradas y pocas alineaciones rectas que permitan el adelantamiento de los vehículos.

Si analizamos la Instrucción de carreteras 3.1- I.C. "Trazado", se comprueba de que se trata de una carretera convencional "C". Sin embargo, no se le puede asignar ninguna de las velocidades de proyecto definidas en la citada norma, puesto que incumple las condiciones geométricas en cuanto a trazado en planta y alzado.

En el presente anejo se van a definir las 3 alternativas planteadas para mejorar la funcionalidad de la carretera

2 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1 Alternativa 0

Esta alternativa mantiene el trazado actual y proyecta un tercer carril adicional en rampa. Además, eleva la rasante 5 cm a través de una capa de regularización, para mejorar el firme de la calzada actual. En el carril del ensanchamiento se introduce el siguiente paquete de firmes:

	Capa	Material	Espesor
FIRME	Rodadura	AC16 surf D	5
	Riego de adherencia	C60B2 ADH	
	Intermedia	AC22 bin S	6
	Riego de imprimación	C60BF4 IMP	
	Zahorra artificial	Zahorra artificial	30
EXPLANADA	Explanada	Suelo seleccionado	35
SUELO	Suelo Subyacente	Suelo adecuado	

Tabla 1. Paquete de firmes definido. Fuente: Elaboración propia. Anejo nº5: Dimensionamiento de firmes

En la siguiente imagen se representa gráficamente el paquete de firmes a disponer en el carril adicional en rampa para las alternativas 0 y 1.

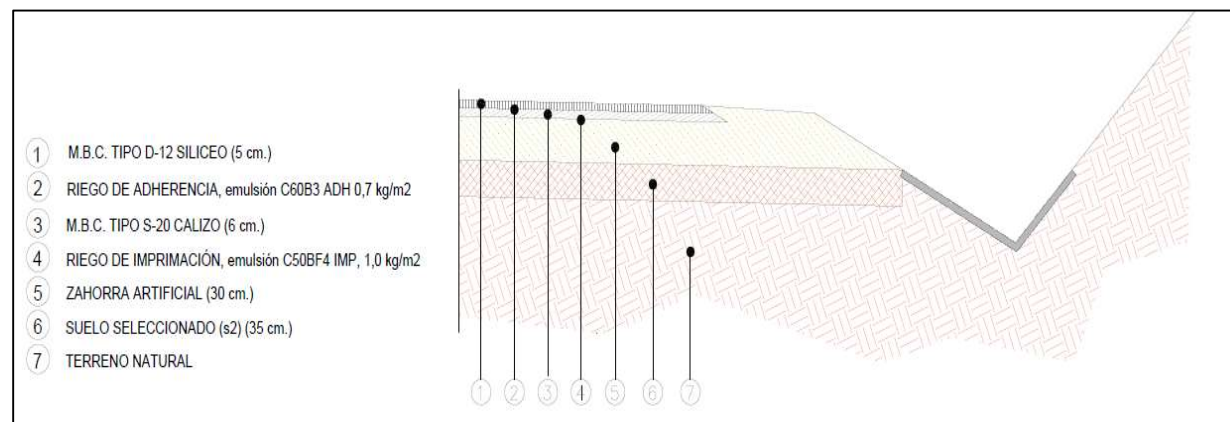


Figura 1. Paquete de firmes a disponer en el carril de aceleración para las Alternativas 0 y 1.

En cuanto al trazado, presenta el trazado en planta más sinuoso ya que no modifica el trazado actual. Hay que tener en cuenta que se trata de una carretera de montaña, con un relieve abrupto y proyectado de acuerdo con una normativa desfasada.

Se trata de la alternativa que genera un menor movimiento de tierras y por tanto, resulta ser la más económica.

En la siguiente tabla se muestran las principales características técnicas de esta alternativa.

ALTERNATIVA 0		
	Velocidad de proyecto	*
	Longitud total	5692
PLANTA	Longitud en curva circular	3477,24
	Longitud en clotoide	117,271
	Longitud en recta	2098,31
	Longitud de la recta mas larga	155
	Radio max	1000
	Radio min	31
	Total curvas derecha	31
	Total curvas izquierda	20
	Total rectas	39
	ALZADO	Pendiente máx
Pendiente mín		0,20%

Tabla 2. Características de la Alternativa 0

En la imagen posterior aparece el trazado en planta de la Alternativa 0. En él se aprecia la sinuosidad de su trazado.

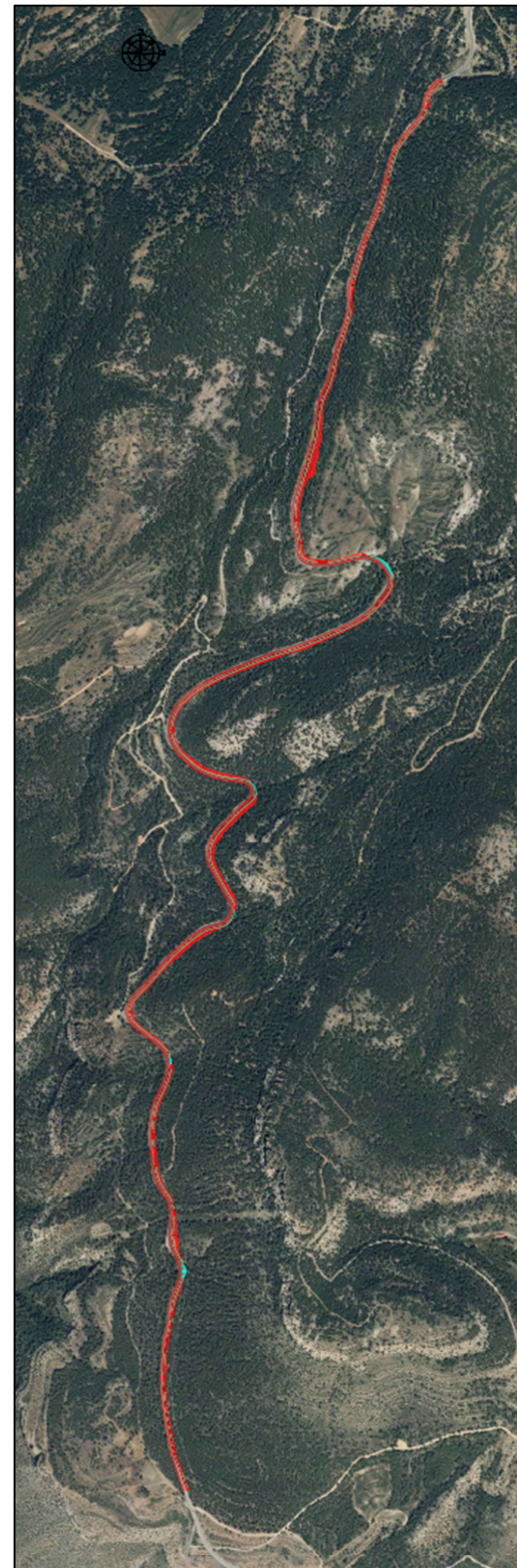


Figura 2. Trazado en planta de la alternativa 0

2.2 Alternativa 1

La alternativa 1, al igual que la alternativa 0, proyecta un tercer carril en rampa en el que dispone del paquete de firmes definido anteriormente, y eleva la rasante 5 cm mediante una capa de regularización. Sin embargo, la principal diferencia con la alternativa 0, consiste en modificar 3 acuerdos que a juicio del proyectista suponen un problema de seguridad y funcionalidad de la vía, o bien incumplen la condición geométrica de radio mínimo para una carretera C-40 (Radio >50 m)

A continuación, se muestran los 3 acuerdos a modificar.

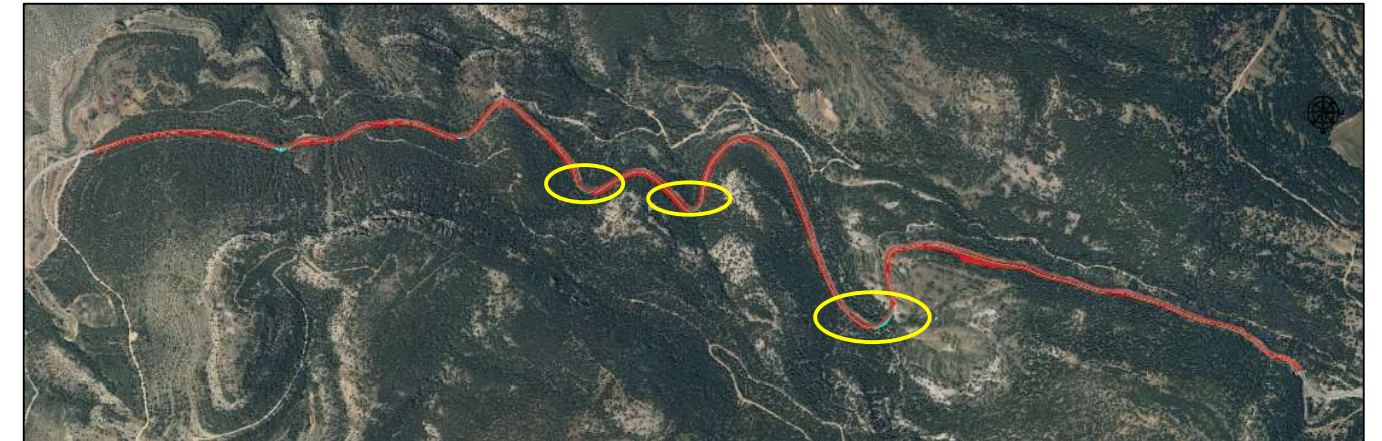


Figura 3. Acuerdos por modificar en la Alternativa 1

A continuación, se muestran las principales características geométricas de esta alternativa:

ALTERNATIVA 1		
	Velocidad de proyecto	40 km/h
	Longitud total	5562
PLANTA	Longitud en curva circular	3172
	Longitud en clotoide	554
	Longitud en recta	1835
	Longitud de la recta mas larga	155
	Radio max	1000
	Radio min	45
	Total curvas derecha	30
	Total curvas izquierda	19
	Total rectas	34
ALZADO	Pendiente máx	9,33%
	Pendiente mín	0,20%

Tabla 3. Características de la Alternativa 1

A continuación, se muestra el trazado en planta de la alternativa 1, en el que se han modificado los 3 acuerdos citados en el apartado anterior.

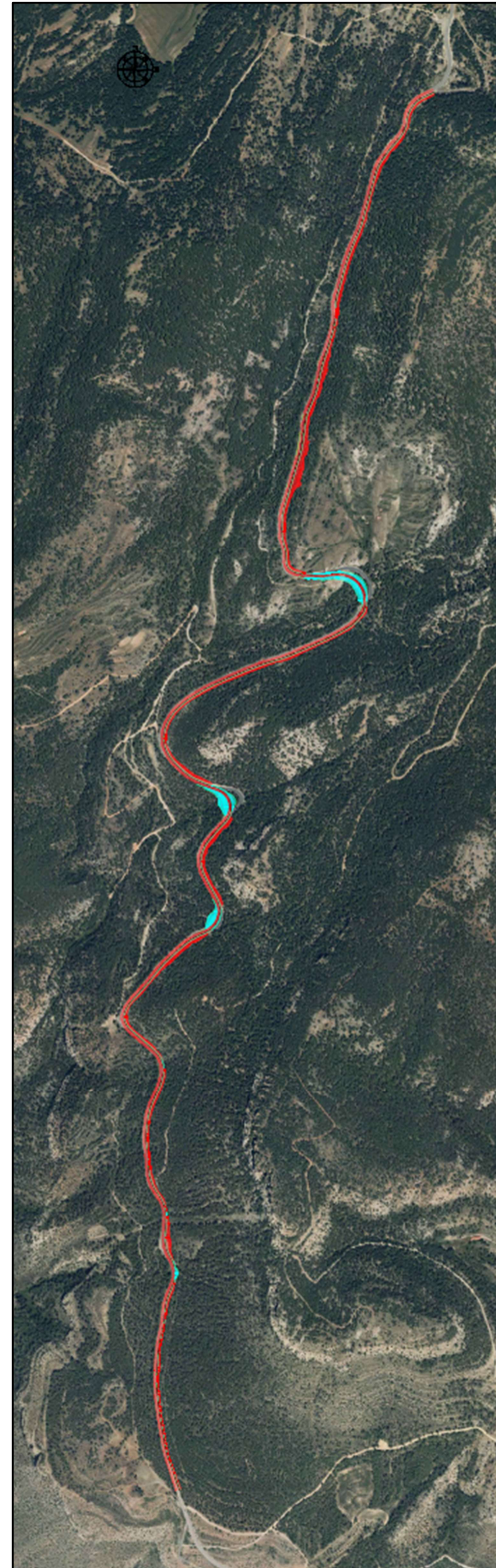


Figura 4. Trazado en planta de la Alternativa 1.

Esta alternativa tiene una mayor funcionalidad que la alternativa 0, ya que permite una mayor fluidez del tráfico, así como una mayor seguridad de circulación, al disponer de un trazado menos sinuoso.

Al modificar el trazado de 3 acuerdos cerrados que salvan un gran desnivel, se generan grandes movimientos de tierra en comparación con la Alternativa anterior, incrementando el coste de la presente alternativa.

2.3 Alternativa 2

Esta alternativa al igual que las anteriores, proyecta un ensanchamiento de la calzada a través de un tercer carril en rampa. Sin embargo, se diferencia del resto de alternativas en que modifica el trazado completamente adecuándolo al de una carretera C-70.

Para ello, se lleva a cabo un trazado geométrico completamente nuevo adecuándolo a las especificaciones necesarias para una velocidad de proyecto de 70 km/h.

Por otro lado, a diferencia de las otras alternativas, esta incorpora el paquete de firmes en la totalidad de la calzada, ya que se modifica considerablemente el trazado, lo cual repercutirá en el coste económico al generar un gran movimiento de tierras.

En la siguiente imagen se aprecia el paquete de firmes a disponer en esta alternativa.

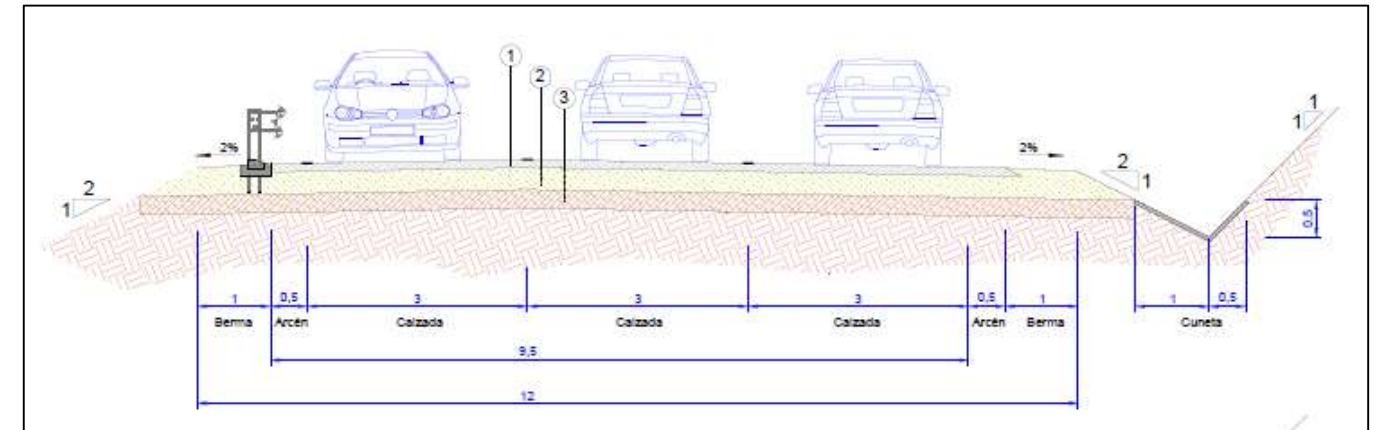


Figura 5. Paquete de firmes de la Alternativa 2

Se trata de la alternativa que genera un mayor movimiento de tierras y por tanto, es la más costosa económicamente. Por otro lado, presenta una funcionalidad superior al resto al mejorar el trazado. Sin embargo, al tratarse de un puerto de montaña con condiciones climatológicas adversas durante gran parte del año debido a fuertes heladas y nieves, el aumento de la velocidad de circulación puede acarrear problemas. Este será uno de los aspectos a valorar en la elección de la alternativa.

En la siguiente tabla se muestran las principales características técnicas de esta alternativa. En ella se aprecia que se ha reducido considerablemente el número de acuerdos, ya que se ha modificado completamente el trazado.

ALTERNATIVA 2		
	Velocidad de proyecto	70 km/h
	Longitud total	5292
PLANTA	Longitud en curva circular	2335,315
	Longitud en clotoide	1816,881
	Longitud en recta	1140,578
	Longitud de la recta mas larga	494
	Radio max	2500
	Radio min	100
	Total curvas derecha	10
	Total curvas izquierda	8
	Total rectas	7
ALZADO	Pendiente máx	8,12%
	Pendiente mín	0,19%

Tabla 3. Resumen características geométricas de la Alternativa 2

En la siguiente imagen se aprecia el trazado de la alternativa 2 y el trazado actual. Así mismo, también se aprecia el movimiento de tierras necesario para poder llevar a cabo dicha alternativa.

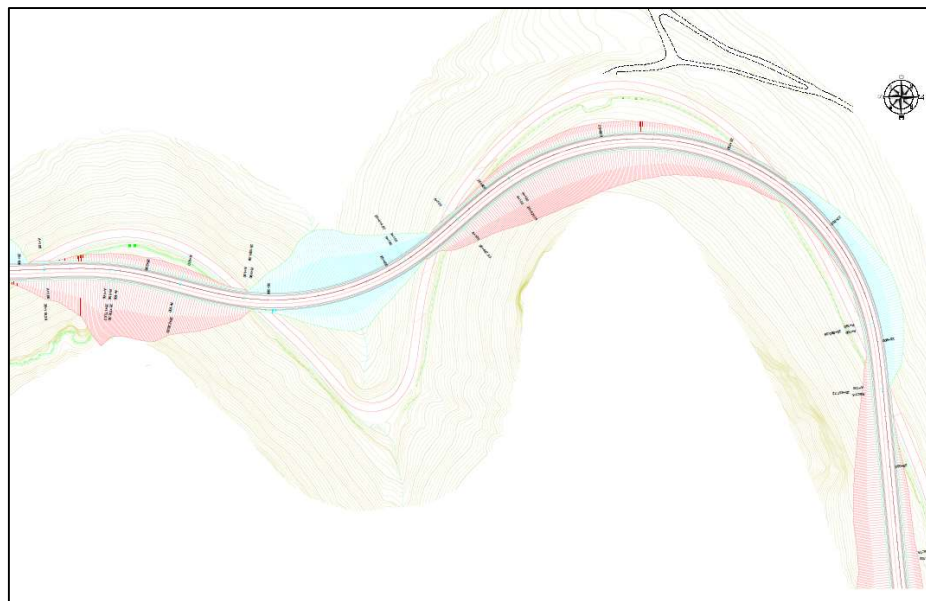


Figura 6. Trazado en planta de un tramo de la Alternativa 2

En la siguiente imagen se aprecia el trazado en planta de la alternativa 2.



Figura 7. Trazado en planta de la Alternativa 2

3 ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tras haber desarrollado las 3 alternativas, se procede a escoger a una de ellas. Los criterios de elección de la alternativa van a ser los siguientes: funcionalidad, viabilidad económica y el juicio del proyectista.

3.1 Funcionalidad.

La funcionalidad de una carretera va ligada a la seguridad de circulación y al confort. La alternativa 0 constituye la opción menos funcional, ya que no modifica el trazado, manteniendo curvas sinuosas y dificultando la fluidez del tráfico, suponiendo un riesgo para la seguridad vial.

Por otro lado, la Alternativa 1 modifica el trazado mejorando aquellas curvas más cerradas, permitiendo una mayor fluidez del tráfico en comparación con la alternativa anterior. Esto supone una mejora de la seguridad vial, del confort y en definitiva de la funcionalidad de la carretera.

Finalmente se ha definido la alternativa 2, la cual modifica el trazado completamente, aumentando la velocidad de circulación y la fluidez del tráfico. Sin embargo, ese aumento de velocidad de circulación junto con las condiciones climatológicas extremas en los meses invernales puede acarrear accidentes y por tanto un riesgo para la seguridad vial en la carretera.

Concluyendo, la Alternativa 1 es la que presenta una mayor mejora de la funcionalidad y la seguridad vial en su conjunto.

3.2 Viabilidad económica

El aspecto económico va a ser otro criterio tener en cuenta, ya que la administración titular de la carretera dispone de medios económicos limitados. A la hora de analizar el coste de cada alternativa se ha atendido a las partidas que más presupuesto requieren para llevarlas a cabo:

- Desmante
- Pedraplén
- Zahorra artificial
- Suelo seleccionado
- Mezcla asfáltica

De manera que se va a analizar para cada una de las alternativas, las mediciones de las citadas partidas y el coste que suponen.

A continuación, se muestra un resumen de los costes de cada partida para cada una de las 3 alternativas proyectadas.

ALTERNATIVA 0				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmante	M3	109.676,10	8,45	926.763,05
Terraplén o Pedraplén	M3	1.252,80	9,63	12.064,46
Suelo seleccionado	M3	9.910,20	17,1	169.464,42
Zahorra Artificial	M3	7.383,00	32,17	237.511,11
AC 16 Surf D	Tn	7.945,44	59,43	472.157,77
AC 22 Bin S	Tn	2.839,20	53,29	151.300,97
TOTAL PRESUPUESTO				1.969.261,78

Tabla 4. Presupuesto Alternativa 0

ALTERNATIVA 1				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmante	M3	104.341,00	8,45	881.681,45
Terraplén o Pedraplén	M3	48.881,20	9,63	470.725,96
Suelo seleccionado	M3	9.908,30	17,1	169.431,93
Zahorra Artificial	M3	8.212,00	32,17	264.180,04
AC 16 Surf D	Tn	7.461,60	59,43	443.405,58
AC 22 Bin S	Tn	3.379,92	53,29	180.115,94
TOTAL PRESUPUESTO				2.409.540,89

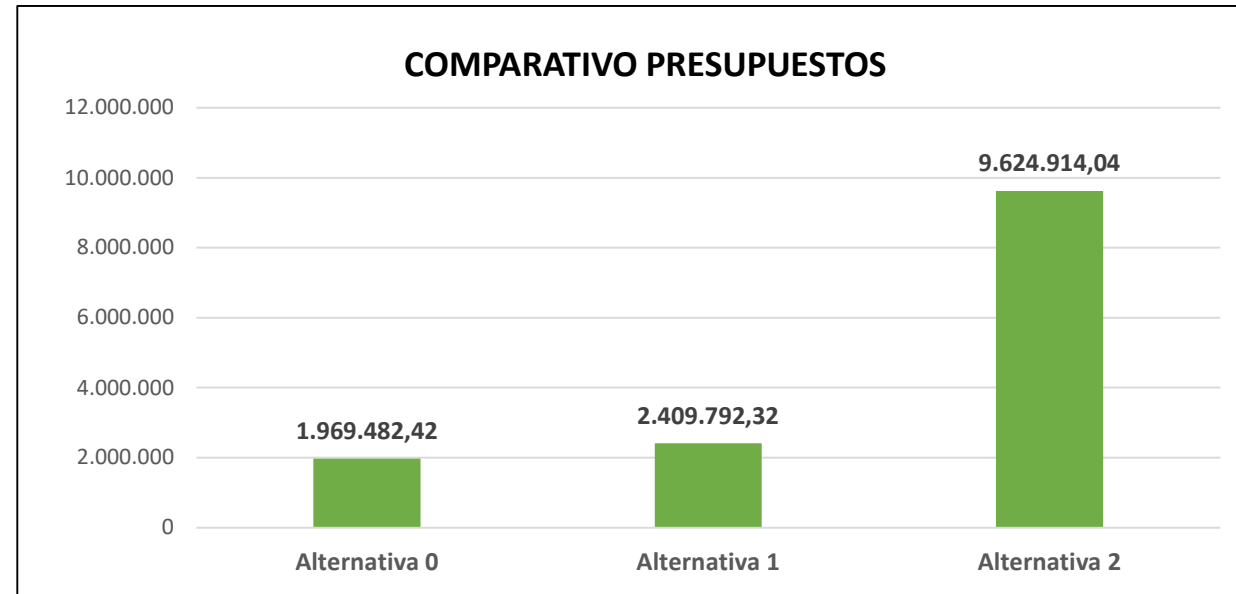
Tabla 5. Presupuesto Alternativa 0

ALTERNATIVA 2				
	Ud	Cantidad	€/ud	Coste
Desmante	M3	630.965,00	8,45	5.331.654,25
Terraplén o Pedraplén	M3	280.363,00	9,63	2.699.895,69
Suelo seleccionado	M3	17.890,00	17,1	305.919,00
Zahorra Artificial	M3	14.997,00	32,17	482.453,49
AC 16 Surf D	Tn	6.600,00	59,43	392.205,00
AC 22 Bin S	Tn	7.737,60	53,29	412.336,70
TOTAL PRESUPUESTO				9.624.464,13

Tabla 6. Presupuesto Alternativa 0

De estas tablas presupuestarias se puede sacar una primera conclusión: la alternativa 2 es la que presenta un coste por partida, así como del presupuesto total mayor.

A partir de las tablas anteriores se desarrollan las siguientes gráficas con el objetivo de desglosar y entender el coste de cada una de las alternativas.

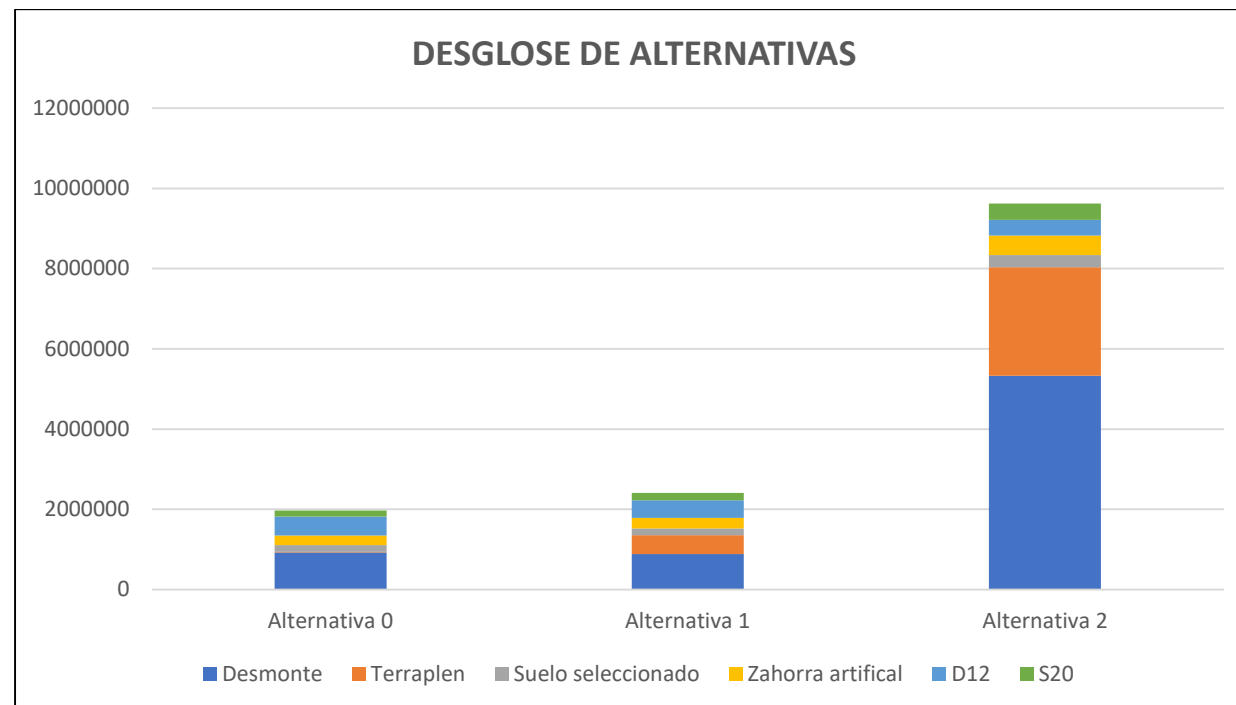


Gráfica 1. Comparativo de presupuestos de las 3 alternativas.

De esta primera gráfica se pueden sacar varias conclusiones:

- La similitud del coste de ejecución de las alternativas 0 y 1.
- La gran diferencia de coste entre la Alternativa 2 y el resto. A raíz de este hecho, se podría descartar la alternativa 2 por su elevado coste, sin tener que analizar la funcionalidad del trazado, ya que ese presupuesto haría inviable la ejecución de la Alternativa.

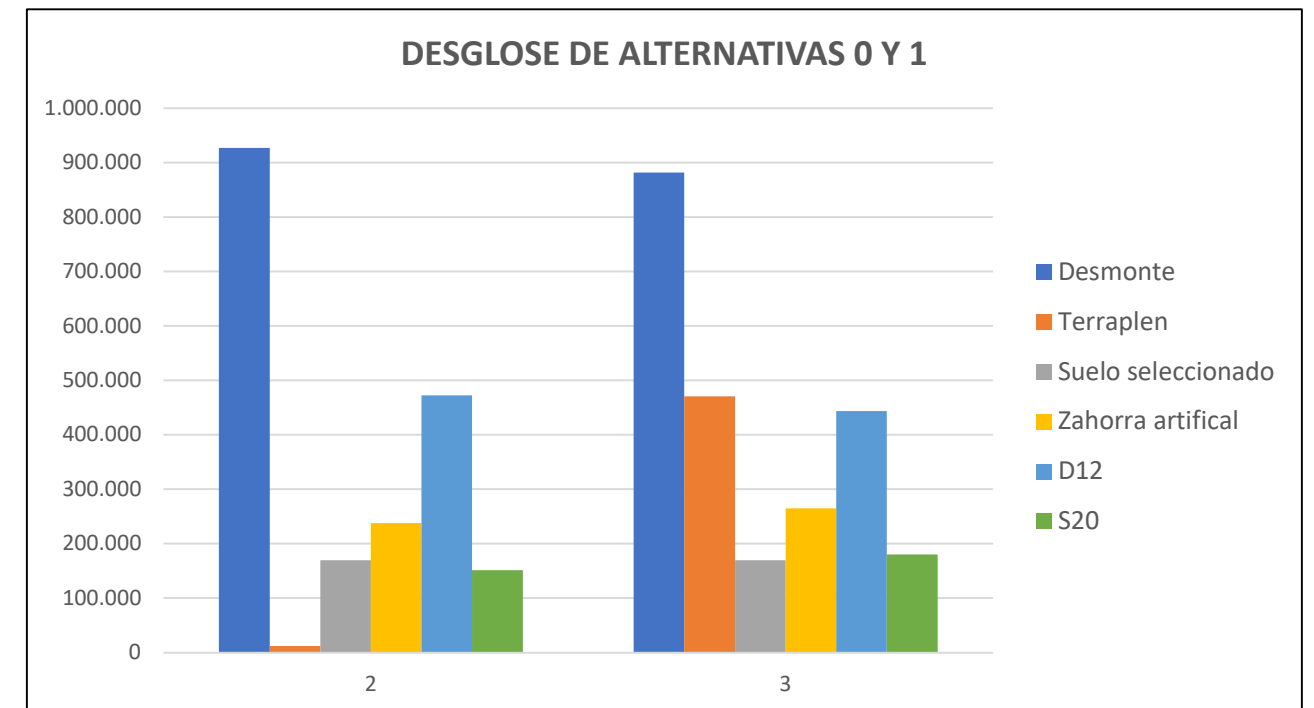
Con el objetivo de entender el origen del excesivo coste de la alternativa 2, se desarrolla la siguiente gráfica.



Gráfica 2. Desglose de alternativas

En ella se aprecia que las principales partidas a nivel presupuestario de la Alternativa 2, son las referidas al movimiento de tierras: terraplén y desmonte. Tal y como se viene explicando en diferentes apartados del presente proyecto básico, proyectar una carretera C-70 en este entorno marcado con un relieve abrupto y salvando grandes desniveles, requiere de grandes movimientos de tierra. Por todo ello, se descarta esta alternativa por su elevado coste de ejecución.

Por otro lado, una vez desglosada y descartada la Alternativa 2, se procede a analizar las Alternativas 0 y 1 a partir de la siguiente gráfica.



Gráfica 3. Desglose presupuestario de las partidas de las 3 alternativas.

En la gráfica anterior tenemos en primer lugar el desglose de la Alternativa 0 y en segundo lugar, el desglose de la Alternativa 1. Si se analiza se puede concluir:

- El reparto presupuestario de las partidas, así como el presupuesto total es muy similar en ambas Alternativas.
- La gran diferencia entre ambas alternativas se presenta en la partida del terraplén. Mientras que la alternativa 0 apenas genera volúmenes de terraplén, la alternativa 1 requiere un movimiento de 49000 m³ de terraplén con el coste que ello conlleva. El resto de las partidas presentan costes similares.

3.3 Conclusiones

De los dos apartados anteriores se concluye lo siguiente:

- La alternativa 0 presenta la ventaja de resultar la opción menos costosa económicamente. Sin embargo, al no modificar el trazado, presenta una menor funcionalidad. A pesar de contemplar el ensanchamiento de la calzada, sigue constituyendo un problema de seguridad vial al mantener un trazado sinuoso con varios acuerdos peligrosos (curvas cerradas).
- La alternativa 2 es claramente la que dota a la vía de una mayor funcionalidad. Al cambiar completamente el trazado, adaptándolo a una C-70, permite circular a una velocidad mayor y consigue una mayor fluidez del tráfico. Sin embargo, ese aumento de la velocidad a 70 km/hora puede suponer un peligro contra la seguridad vial, al presentar una gran pendiente. Esto puede acarrear que los vehículos que circulen de Alcalá de la Selva hacia Mora de Rubielos alcancen velocidades superiores a los 70 km/h y pierdan el control del automóvil. Por otro lado, hay que tener en cuenta que se encuentra en un puerto de montaña, con condiciones climatológicas adversas durante gran parte del año debido a fuertes heladas y nieves. Este hecho sumado al aumento de la velocidad de circulación puede provocar accidentes de tráfico.
Por otro lado, esta alternativa es la más costosa económicamente, y lo más realista es que la Administración titular de la vía no pueda hacer frente a dicho importe.
- Finalmente, la alternativa 1 a diferencia de la Alternativa 0, mejora la funcionalidad de la vía al modificar aquellos acuerdos con radios más reducidos que suponen un riesgo contra la seguridad vial. Además, el incremento de coste respecto a la alternativa 0 es reducido.
Por otro lado, al compararse con Alternativa 2, esta alternativa presenta una mejor funcionalidad por el aspecto del exceso de velocidad de la alternativa 2, evitando accidentes por altas velocidad en presencia de heladas. En cuanto al aspecto económico resulta mucho más ventajosa que la alternativa 2.

Finalmente, a partir de lo expuesto anteriormente, se escoge y se desarrolla la Alternativa 1.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº2: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Objeto de estudio.....	3
1.2	Localización geográfica y geológica.....	3
1.3	Metodología	3
2	GEOLOGÍA.....	3
2.1	Litoestratigrafía	3
2.1.1	Cretácico Inferior.....	3
2.1.2	Recubrimiento cuaternario	4
2.1.3	Rellenos antrópicos	4
2.2	Estructura tectónica	4
2.3	Geomorfología.....	4
2.4	Hidrogeología	4
3	GEOTÉCNIA.....	5
3.1	Introducción	5
3.2	Ensayos de laboratorio.....	5
3.3	Características geotécnicas de los materiales.....	5
3.3.1	Materiales del sustrato cretácico	5
3.3.2	Recubrimiento cuaternario	6
3.4	Estudio de desmontes	6
3.5	Estudio de rellenos	9
3.6	Caracterización de explanada	11
4	PROCEDENCIA DE MATERIALES.....	11
4.1	Materiales procedentes de la traza.....	11
4.2	Estudio de préstamos granulares.....	11
5	Vertederos.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Muestras ensayadas.....	5
Tabla 2.	Ensayos llevados a cabo.....	5
Tabla 3.	Muestra M-1.....	6
Tabla 4.	Muestra M-2.....	6

APÉNDICES

APÉNDICE I.- FICHAS INVENTARIO DE TALUDES.





1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto de estudio

Con el presente informe se analiza desde el punto de vista geológico geotécnico, el trazado previsto para el acondicionamiento integral de un tramo de la carretera A-228 entre Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva (provincia de Teruel).

Para la elaboración del estudio, se tiene en cuenta el realizado para el Proyecto de Trazado (SERS, 2009), adecuándolo al trazado elegido para el proyecto constructivo.

El objeto de este estudio es determinar las características geológicas y geotécnicas de los materiales afectados por el nuevo trazado previsto definiendo sus características litológicas, estructurales, hidrogeológicas y geomorfológicas.

Se tratará de determinar:

- Caracterización geotécnica de los materiales atravesados.
- Recomendaciones sobre desmontes: taludes de excavación, condiciones de estabilidad, método de ejecución y aprovechamiento de los materiales extraídos.
- Recomendaciones sobre terraplenes: condiciones de estabilidad y apoyo, asientos previsibles, materiales disponibles, método de ejecución y puesta en obra.
- Definición del suelo de apoyo de explanada.
- Zonas de préstamos. Situación y distribución

1.2 Localización geográfica y geológica

La zona de estudio se sitúa al este de la provincia de Teruel, en la comarca de Gúdar-Javalambre a unos 40 km de la capital.

El tramo que está previsto acondicionar se sitúa entre los pp.kk. 23+ 060 y 28+650 del trazado actual de la A-228, dentro del término municipal de Mora de Rubielos.

Se trata de un tramo que discurre a media ladera subparalelo al barranco de Fuentenarices. La traza seguirá mayoritariamente el trazado de la carretera actual, suavizándolo con la eliminación de las curvas más pronunciadas. Para ello se ejecutarán los desmontes y rellenos correspondientes, no estando previstas estructuras de relevancia salvo las correspondientes obras de drenaje (marcos y caños).

Geológicamente nos encontramos en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, dentro del dominio estructural del Macizo de Gúdar, cuyo elemento dorsal

El sustrato rocoso aflorante en la zona de estudio está constituido por materiales mesozoicos del Cretácico Inferior de naturaleza carbonatada y detrítica.

Los materiales cuaternarios se disponen discordantes sobre el sustrato. En la zona de estudio están poco desarrollados limitándose a derrubios que se acumulan en las zonas bajas de ladera.

En el apartado FIGURAS se adjunta el plano de situación geológica a escala 1/50.000 (Figura 1).

1.3 Metodología

Para la elaboración del presente informe se ha tenido en cuenta el realizado para el Proyecto de Trazado (SERS, 2009).

Al no variar significativamente el trazado, se consideran válidos los trabajos de reconocimiento y

recomendaciones efectuadas en su momento sobre desmontes, rellenos, aprovechamiento de materiales, etc....., por lo que se aprovechan las consideraciones efectuadas en el citado informe, transcribiendo numerosos párrafos del mismo de forma literal.

Adicionalmente se ha efectuado un reconocimiento geológico en campo, revisando y completando la cartografía geológica. También se han tenido en cuenta a la hora de hacer recomendaciones, los cambios de trazado tanto en planta como en alzado.

2 GEOLOGÍA

En este apartado se describen las características litológicas, estructurales, geomorfológicas hidrogeológicas de los materiales presentes en la zona a partir del estudio bibliográfico y del reconocimiento de campo

En el apartado PLANOS se adjunta el plano de cartografía geológica y situación de trabajos a escala 1/5000.

2.1 Litoestratigrafía

En la zona de estudio se han diferenciado materiales del sustrato rocoso pertenecientes al Cretácico inferior y del recubrimiento cuaternario.

En el plano de cartografía geológica se refleja la distribución de las diferentes formaciones reconocidas en la zona de estudio

2.1.1 Cretácico Inferior

2.1.1.1 Formación Arcillas de Morella (Ci2b)

Esta unidad aflora en la primera parte del trazado.

Se trata de una unidad muy heterolítica consistente en una alternancia de lutitas rojizas, grises y verdosas y areniscas de grano variable blancas y amarillentas que pueden intercalar niveles margosos y calcáreos.

La serie puede alcanzar una potencia de 110 m.

A estos materiales se les asigna una edad Barremiense-Bedouliense Inferior (Aptiense Basal) y se asocian a facies de llanura aluvial costera.

Afloran a lo largo de la zona de estudio en los siguientes tramos

- PK 23+200 a 24+700

2.1.1.2 Formación Calizas y margas de Chjert (Ci2b)

Esta unidad aflora profusamente por toda la zona aunque no afecta directamente al trazado. Es una unidad fundamentalmente carbonatada y muy fosilífera. Litológicamente está compuesta por una alternancia de calizas micríticas, calizas arenosas, calizas bioclásticas, calizas oolíticas en niveles decimétricos de aspecto noduloso y margas con intercalaciones de calizas arenosas y bioclásticas de tonos grises. Suelen presentar tonos beige y pardoamarillentos por meteorización superficial.

La serie puede alcanzar una potencia superior a los 180 m. De muro a techo se hacen predominantes las calizas sobre las margas. Estos materiales se les asigna una edad Bedouliense Inferior y se asocian a facies de plataforma con barras calcáreas y bioclásticas



2.1.1.3 Formación de Margas de Forcall (Ci2b)

Por los materiales de esta unidad discurre la mayor parte del trazado. Se observan en los taludes de la carretera actual, aunque pueden estar parcialmente cubiertos por depósitos cuaternarios (derrubios de ladera).

Litológicamente está constituida por una alternancia de calizas grises bioclásticas, calizas margosas de aspecto noduloso, margas y margocalizas generalmente en niveles decimétricos. Puntualmente aparecen niveles de potencia métrica de calizas grises.

La serie, a la que se asigna una edad Bedouliense Superior, puede alcanzar una potencia máxima de 180 m.

Se asocian a facies de plataforma abierta. Afectan al trazado en los siguientes tramos: entre el P.K. 24+400 y P.K. 24+700.

2.1.1.4 Formación caliza de Villarroya de los pinares

La serie, a la que se asigna una edad Bedouliense Superior, puede alcanzar una potencia máxima de 180 m. Afectan puntualmente al trazado a la altura del PK 25+000. Por lo general se disponen coronando los relieves orientales más elevados en la parte intermedia del mismo.

Se trata de una serie fundamentalmente carbonatada, rica en restos fósiles, con intercalaciones de calizas margosas y margas bastante bioturbadas. La potencia de la serie oscila entre los 50 y 80 m.

Se le asigna edad Gargarsiense (Aptiense Superior) y se asocia a facies de plataforma arrefical.

2.1.2 Recubrimiento cuaternario

Constituyen los materiales más recientes, de edad cuaternaria, que recubren parcialmente el sustrato rocoso. Su origen puede ser diverso y se disponen de forma subhorizontal, discordantes sobre el sustrato.

En la zona de estudio, no adquieren gran desarrollo limitándose a derrubios que se acumulan en las zonas bajas de ladera. Litológicamente consisten en limos y limos arenosos con cantos y bloques en proporción variable.

Por lo general no son cartografiables debido a su reducido espesor y escaso desarrollo horizontal.

2.1.3 Rellenos antrópicos

Por los materiales de esta unidad discurre la mayor parte del trazado. Se observan en los taludes de la carretera actual, aunque pueden estar parcialmente cubiertos por depósitos cuaternarios (derrubios de ladera).

2.2 Estructura tectónica

La zona de estudio se sitúa dentro del dominio estructural del Macizo de Gúdar.

En conjunto constituye un gran domo creado durante la distensión pliocena y constituido principalmente por la cobertera jurásica-cretácica.

Las estructuras de plegamiento en el Macizo de Gúdar son poco patentes por tratarse de pliegues de gran radio. El elemento dorsal y estructura principal del dominio es el anticlinal de Alcalá de la Selva de dirección NNO-SSE (dirección ibérica) constituido por materiales jurásicos en los flancos y aflorando en su parte central los materiales triásicos del núcleo (Muschelkalk y Keuper) como consecuencia de la erosión de la

charnela. Se encuentra flanqueado por dos sinclinorios, también de dirección Ibérica, constituidos principalmente por materiales del Cretácico Inferior.

Los materiales del Cretácico Inferior, por los que discurre el trazado presentan un basculamiento general hacia el E y SE con buzamientos suaves de 10-20°.

La fracturación adquiere gran desarrollo en todo el dominio, predominan las fallas de dirección NO-SE y NE-SO de gran desarrollo longitudinal. Algunas de estas fallas cruzan el trazado en varios puntos.

Los materiales cuaternarios se disponen subhorizontales, discordantes sobre el sustrato y no se encuentran afectados por fracturación ni plegamiento.

2.3 Geomorfología

Los materiales cuaternarios se disponen subhorizontales, discordantes sobre el sustrato y no se encuentran afectados por fracturación ni plegamiento. Las características geomorfológicas de la zona están condicionadas fundamentalmente por la litología de los materiales y por su disposición estructural.

Las formaciones del Cretácico Inferior con mayor predominio carbonatado (Ci2c y Ci3) suelen generar potentes escarpes calcáreos que coronan los relieves de la zona.

Son comunes relieves en cuesta, con los escarpes calcáreos por encima de las pendientes más suaves de los materiales detríticos de Ci2b (Arcillas de Morella).

La red de drenaje secundaria ha generado diversos barrancos de incisión lineal que pueden dar lugar, al encajarse en los materiales calcáreos, a profundas hoces. Destaca el Barranco de Fuentenarices, subparalelo a la traza. Además, se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Encharcamientos temporales en épocas de lluvias en zonas llanas o con escasa pendiente.
- Derrubios que tapizan laderas.
- Aterramiento de cunetas en zonas con escasa pendiente longitudinal.
- Desprendimiento de bloques de arenisca o caliza debido a la erosión diferencial de los materiales cretácicos y la fracturación presente, que se acumulan en las zonas de menor pendiente.
- Pequeños procesos puntuales de acarreamiento en los materiales más blandos del sustrato y en los del recubrimiento cuaternario.

2.4 Hidrogeología

El comportamiento hidrogeológico de los materiales vendrá condicionado por sus características litológicas.

La permeabilidad de los materiales calcáreos será por fisuración y por disolución. La presencia de niveles impermeables intercalados favorecerá la formación de acuíferos que drenarán a favor de fracturas o en el contacto de dichos niveles y que estarán a menudo compartimentados debido a la intensa fracturación de la zona.

Aunque existen por la zona numerosas fuentes naturales (Fuente de Narices, Fuente de Majadas Planas), a lo largo del trazado no se han observado. De cualquier forma, el drenaje de la zona de estudio se producirá principalmente por escorrentía superficial.

Los depósitos cuaternarios son permeables por porosidad intergranular a causa de su naturaleza detrítica; su permeabilidad vendrá condicionada por su contenido en finos y por la existencia de posibles tramos cementados no siendo esperable que los depósitos coluviales constituyan acuíferos de importancia.

La red de drenaje principal la constituyen los distintos barrancos de incisión lineal que evacuan las aguas de



la zona, destacando el Barranco de Fuente narices que desagua en el Río Mora, afluente del Mijares.

3 GEOTÉCNIA

3.1 Introducción

Sobre la base de la cartografía geológica, del reconocimiento “in situ” del terreno y de los trabajos de campo y de laboratorio se estudian los siguientes aspectos:

- Caracterización geotécnica de los materiales que afectan al trazado.
- Recomendaciones sobre los desmontes en lo referente a taludes de excavación, estabilidad, método de ejecución y aprovechamiento de materiales extraídos.
- Recomendaciones sobre los terraplenes en lo referente a condiciones de estabilidad y apoyo, asientos previsibles, materiales disponibles, método de ejecución y puesta en obra.
- Caracterización del suelo de apoyo de explanada.

La difícil orografía y el carácter boscoso del terreno han marcado la campaña de reconocimiento realizada “in situ”, de tal manera que ha sido imposible realizar trabajos de prospección en forma de sondeos, calicatas o penetraciones dinámicas.

Esta contrariedad se ve minimizada por el hecho de que los depósitos cuaternarios van a estar prácticamente ausentes o muy reducidos a lo largo del trazado, observándose aflorante el sustrato cretácico en la totalidad del tramo.

Para la caracterización geotécnica de los materiales nos basaremos en el conocimiento y experiencia adquiridos en estudios sobre materiales similares. Además, se toman muestras de los materiales más blandos para su caracterización mediante los correspondientes ensayos de laboratorio.

Para el estudio de los desmontes y rellenos previstos y para poder realizar las recomendaciones oportunas sobre los mismos se hace además un reconocimiento de campo exhaustivo, prestando especial interés en las zonas de apoyo de los rellenos previstos y en los taludes de la actual carretera que nos darán idea del futuro comportamiento de estos materiales. Para ello se ha realizado inventario de taludes en diferentes puntos de la traza.

3.2 Ensayos de laboratorio

Se han tomado dos muestras de manera manual en taludes de la carretera realizándose los correspondientes ensayos de laboratorio. Los ensayos se realizan conforme a normas UNE, NLT o procedimientos de buena práctica. Se trata de ensayos de identificación y análisis químicos que nos servirán para caracterizar geotécnicamente los materiales.

La referencia, formación a la que pertenece y litología de las muestras ensayadas se indica en la siguiente tabla:

Muestra	Profundidad (m)	Edad/Formación	Litología
M-1 PK 24+250	Superficial	Cretácico Inferior/Cib	Lutitas arenosas
M-2 PK 26+860	Superficial	Cuaternario. Derrubios	Limos arenosos con cantos

Tabla 1. Muestras ensayadas

Los ensayos realizados han sido los siguientes

ENSAYO	NORMA
Análisis granulométrico	UNE 103101
Límite líquido y plástico	UNE 103103-104
Sales solubles	NLT 114
Contenido en yesos	NLT 115
Materia orgánica	UNE 103204

Tabla 2. Ensayos llevados a cabo.

3.3 Características geotécnicas de los materiales

En este apartado se describen las características geotécnicas de los distintos materiales afectados por el trazado, deducidas a partir de las observaciones de campo, ensayos de laboratorio y experiencia sobre materiales similares.

3.3.1 Materiales del sustrato cretácico

3.3.1.1 Barremiense-Bedouliense inferior (Ci2b)

Situación: Afloran en el tramo inicial del trazado.

Litología: Lutitas con niveles lenticulares intercalados de areniscas.

Características geotécnicas: Se ha ensayado una muestra de lutitas obteniéndose los siguientes resultados:



MUESTRA M-1 PK 24+250

Contenido en finos	34,3 %
Límite líquido	21,0
Índice de plasticidad	5,0
Contenido en sales solubles	0,08 %
Contenido en yesos totales	< 0,11 %
Contenido en materia orgánica	0,34 %
CBR	12

Tabla 3. Muestra M-1

Según Casagrande se clasifican como SM-SC. La excavación de estos materiales podrá realizarse, en general mediante retroexcavadora potente, siendo necesario para las areniscas el uso de “ripper” y/o martillo rompedor.

Por lo general admiten taludes con pendientes medias (1H:1V a 2H:3V), aunque debido a la fracturación existente en los niveles más competentes y a los fenómenos de erosión diferencial, se puede presentar cierta inestabilidad en forma de desprendimientos de bloques de arenisca. Será necesaria la ejecución de una cuneta trapezoidal grande al pie de los taludes de mayor altura.

También las lutitas son fácilmente alterables, por lo que tienden a disgregarse provocando aterramiento de cunetas, sin descartar reptaciones o pequeños deslizamientos superficiales en las zonas más alteradas.

En conjunto constituyen un buen terreno de apoyo para cimentaciones, con una capacidad portante y un grado de sobre consolidación elevados, salvo en la zona más somera que puede estar alterado a grado de suelo de escasa consistencia.

Se clasifican según el PG-3 como suelos adecuados. Los materiales producto de la excavación pueden utilizarse conjuntamente, convenientemente tratados como cimienta y núcleo de rellenos tipo “todo uno”.

3.3.1.2 *Bedouliense superior (Ci2d) y Gargasiense (Ci3)*

Situación: A lo largo de todo el trazado excepto en su primer tramo. Ci3 se afecta de forma muy puntual.

Litología: Calizas y margocalizas en niveles decimétricos con intercalaciones margosas.

Características geotécnicas: Se trata de unidades eminentemente rocosas con materiales de una capacidad portante elevada, siendo un buen terreno de apoyo para cimentaciones.

La ripabilidad de estos materiales vendrá condicionada por la presencia de niveles margosos entre las capas calcáreas. En general para la excavación de estos materiales será necesario el uso de martillo, incluso explosivos para niveles potentes de calizas.

En general admitirán taludes de pendientes elevadas (1H:3V). Ante la posibilidad de caída de bloques debe considerarse la posibilidad de colocar cuneta trapezoidal grande al pie del talud. Los materiales producto de la excavación podrán utilizarse, convenientemente tratados, como cimienta y núcleo de rellenos tipo pedraplén.

3.3.2 Recubrimiento cuaternario

3.3.2.1 *Derrubios de ladera*

Situación: Intermitentes a lo largo del trazado.

Litología: Limos y limos arenosos con cantos y bloques en proporción variable.

Características geotécnicas: Se ha ensayado una muestra para su caracterización con los siguientes resultados

MUESTRA M-2 PK 26+860

Contenido en finos	34,3 %
Límite líquido	28,5
Índice de plasticidad	12,6
Contenido en sales solubles	0,11%
Contenido en yesos totales	< 0,7 %
Contenido en materia orgánica	0,35 %
CBR	15

Tabla 4. Muestra M-2

Según Casagrande se clasifican como GC. Suelen ser materiales poco consolidados, fácilmente excavables con retroexcavadora. Admitirían taludes del tipo 1H:1V, en alturas bajas. Se clasifican según el PG-3 como suelos adecuados. Se pueden utilizar en cimienta y núcleo de rellenos tipo terraplén.

3.4 Estudio de desmontes

Los desmontes previstos se realizarán principalmente sobre los materiales del sustrato Cretácico. Se prevén varias trincheras con alturas máximas cercanas a los 20 m.

Se ha realizado un inventario de taludes (se adjuntan fichas en el apéndice II) donde se describen taludes actuales en la zona de estudio que nos dan una idea del comportamiento de estos materiales.

Para los materiales del Barremiense-Bedouliense (Ci2b) la estabilidad global vendrá dada por la resistencia de los materiales más blandos (lutitas) y los posibles efectos de la erosión diferencial que provocan el descalce de niveles de arenisca.

Se considerarán adecuados taludes con pendientes medias (1H:1V a 2H:3V) con las medidas a adoptar en cada caso, que se indican posteriormente.

La excavación de estos materiales vendrá condicionada por la presencia de niveles de arenisca más o menos potentes. En general será necesario el uso de retroexcavadora y ripper/martillo para las lutitas y niveles decimétricos de arenisca.

Para la excavación de las calizas y margas del Bedouliense Superior (Ci2d) y Gargasiense (Ci3) será necesario el uso de “rippers” y martillo rompedor. No descartándose el uso de voladuras ante la aparición niveles calcáreos potentes o para mejorar rendimientos.



Se podrán prever en estos materiales taludes de pendiente elevada (del orden de 1H:3V), tomando las medidas necesarias en cada caso.

El volumen de desmonte en suelos cuaternarios va a ser reducido, limitándose a pequeños depósitos (2-3 m máximo) recubriendo los materiales del sustrato, pudiendo obligar a un retaluzado hasta 1H:1V en la parte alta de algunos desmontes. Se excavan fácilmente con retroexcavadora.

Los materiales procedentes de las excavaciones podrán reutilizarse para conformar el cuerpo de los rellenos previstos. En general los materiales detríticos de Ci2b se utilizarán conjuntamente como cimientado y núcleo de rellenos tipo "todo uno" y los materiales calcáreos de Ci2d y Ci3 como cimientado y núcleo de rellenos tipo pedraplén.

En el siguiente cuadro se describen los desmontes previstos en la traza y se hacen las consideraciones oportunas:



Desmante	Tipo/Altura máxima	Formaciones/Litología	Ripabilidad	Utilización de materiales de excavación	Tipo de suelo de la explanación	TALUDES	
						Taludes actuales o similares	Taludes recomendados y medidas complementarias
D.O. 23+200 a 23+400	Desmante a la derecha del eje, con pequeños rellenos a la izquierda.	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo-uno	Tipo 0	2H:3V	1H:1V
D.O. 23+600 a 23+950	Desmante fundamentalmente a la derecha del eje. 7,8 m de altura máxima sobre eje	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno	Tipo 0	2H:3V Caída de bloques de arenisca	2H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 24+300 a 24+670	Desmante a la derecha del eje	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno	Tipo 0	2H:3V a 1H:1V Caída de pequeños bloques	1H:1V
D.O. 24+900 a 25+100	Trinchera hasta PK 1+240, con 7,8 m de altura máxima. Seguidamente, desmante a la derecha del eje	Ci2d. Calizas en bancos potentes con intercalaciones de calizas margosas y margas.	Ripper voladura / a	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	Subvertical. Caída de bloques Escamación de materiales más blandos. Diaclasado abierto	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 25+800 a 26+300	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 19,3 m.	Ci2d. Calizas tabulares en niveles decimétricos a métricos parcialmente cubiertas por derrubios	Ripper voladura / a	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	2H:3V Caída de bloques aislados y pequeños derrames de derrubios.	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 26+700 a 26+900	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 20 m.	Ci2d. Calizas margocalizas y margas parcialmente cubiertas por derrubios Ci3: Calizas y margas	Ripper voladura / a	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	2H:3V a 1H:1V Caída de bloques aislados y pequeños derrames de derrubios.	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 27+500 a 28+400	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 15,4 m.	Ci2d: Calizas margocalizas, y parcialmente cubiertas por coluviales (Qc, limos con cantos)	Retroexcavadora Ripper / voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	1H:1V	1H:3V suavizado últimos 2-3 m mal 1H:1V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 28+400 a 28+600	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 19,3 m.	Ci2d. Calizas en niveles decimétricos a métricos, bastante rotas, con intercalaciones margosas.	Ripper voladura / a	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	Subverticales con caída de bloques	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)



3.5 Estudio de rellenos

Los rellenos previstos más importantes son los que atravesarán las vaguadas que cruzan el trazado de la carretera, alcanzándose en algunos de ellos alturas que superan los 20 m (23 metros en PK 26+700).

Los rellenos apoyarán básicamente en materiales del sustrato rocoso, aunque pueden estar parcialmente cubiertos por derrubios de poco espesor por lo que no será necesaria ningún tipo de medida especial salvo la retirada de tierra vegetal que tendrá, por lo general un espesor reducido (< 20 cm) y el escarificado y compactado de la superficie de apoyo.

Si puntualmente aparece algún depósito cuaternario (siempre coluvial) más potente se puede retirar o bien extender y recompactar de forma adecuada al 95 % PM.

En los terraplenes a media ladera, en el contacto con la pendiente natural, la ejecución del terraplén se realizará de forma escalonada, apoyando en terreno firme con la anchura y pendientes adecuadas, a fin de conseguir la unión con el terreno, siempre que la pendiente natural sea superior al 20 %.

Los asientos previstos para el cimiento serán despreciables. Se puede considerar para el conjunto de la traza un espesor medio de tierra vegetal de 20 cm que una vez retirada se podrá reutilizar para cubrir los taludes de los rellenos.

Los materiales de desmonte se podrán aprovechar para conformar el cuerpo de los rellenos que podrán ser del tipo “todo-uno” o pedraplén.

Pueden preverse taludes 3H:2V hasta 10 m de altura y 2H:1V para alturas mayores en rellenos tipo “todo-uno”. No son previsibles asientos diferidos con las medidas adoptadas en cada caso. Si se proyectan pedraplenes, pueden preverse taludes 3H:2V para todas las alturas previstas.



RELLENO (D.O.)	ALTURA MAX. APROXIMADA (EJE)	TERRENO DE APOYO						FORMACIÓN DEL RELLENO		
		ESPESOR T.VEGETAL	FORMACIÓN/LITOLOGÍA	AGUA	TRATAMIENTO DEL TERRENO DE APOYO	TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DE APOYO	ASIENTOS	TIPOLOGÍA PREVISIBLE	TALUDES	ASIENTOS
25+000 a 25+100	6,2 m	< 20 cm	Ci2b. Lutitas y areniscas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar Prever escalonado	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	3H:2V	3 cm
25+100 a 25+200	6,7 m	< 20 cm	Ci2b. Lutitas y areniscas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	3H:2V	3 cm
25+400 a 25+500	12 m	< 20 cm	Ci2d. Calizas, calizas margosas y margas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	3H:2V	6 cm
25+500 a 25+600	20 m	< 20 cm	Ci2d. Calizas, calizas margosas y margas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	Lado izqdo:2H:1V Lado dcho: 3H:2V	4 cm
26+600 a 26+700	9,2 m	< 20 cm	Ci2d. Calizas, calizas margosas y margas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	3H:2V	4 cm
26+700 a 26+870	15,8 m	< 20 cm	Ci2d. Calizas, calizas margosas y margas	NO	Eliminar tierra vegetal	Escarificar y compactar	Despreciables e inmediatos	Pedraplén/todo-uno	3H:2V	7 cm



3.6 Caracterización de explanada

Los materiales detríticos de la unidad Ci2b en su conjunto, pueden considerarse a efectos de formación de explanada como Suelos adecuados. Donde el sustrato consista básicamente en areniscas se podría considerar como tipo R (roca), aunque a efectos de valoración conviene considerar todo el tramo como suelo tipo adecuado

A efectos de formación de explanada los materiales calcáreos de las unidades Ci2b y Ci3 se pueden considerar como tipo R (roca). En los tramos de relleno, la explanada resultante dependerá lógicamente del material empleado. Cuando los rellenos sean de tipo pedraplén serán asimilables, a efectos de formación de explanada, a suelos tipo 3 (seleccionados con CBR 20).

Cuando se trate de rellenos “todo-uno” se considerarán como suelos adecuados. En coronación se deberán colocar suelos granulares con las características adecuadas, procedentes de préstamos, donde sea necesario.

4 PROCEDENCIA DE MATERIALES

Para conformar el núcleo de los rellenos se podrán aprovechar los materiales procedentes de los desmontes ejecutados en la traza. Si fuese necesario aportar materiales de préstamo, podrán obtenerse en zonas próximas con calidad similar al obtenido en los desmontes.

Para las coronaciones, en las que la exigencia en cuanto a los materiales es mayor, se deberán utilizar materiales granulares de préstamo. Para ello se ha llevado a cabo el estudio de posibles zonas de extracción en áreas próximas a la zona de estudio.

También serán necesarios zahorra artificial y mezclas bituminosas para las capas de firme y hormigones para las obras de fábrica.

4.1 Materiales procedentes de la traza

Los desmontes previstos se van a dar principalmente en materiales del sustrato pudiendo estar parcialmente cubiertos por derrubios de poca entidad.

Los materiales producto de la excavación podrán ser utilizados en su conjunto como cimientado y núcleo de rellenos tipo pedraplén o “todo uno”.

4.2 Estudio de préstamos granulares

Para las capas de coronación será necesaria la aportación de materiales granulares de calidad que al no estar presentes en la zona de estudio se deberán obtener de zonas de préstamo.

Se ha estudiado una zona bastante próxima a la obra para determinar su idoneidad como préstamo de materiales granulares.

La zona estudiada se sitúa aproximadamente entre los pp.kk. 20+000 y 22,000 de la A-228 entre Mora de Rubielos y el tramo estudiado.

Se trata de una zona elevada (Lomas del Campillo) de materiales terciarios de edad miocena y pliocena que ya ha sido explotada con anterioridad para infraestructuras de la zona.

Litológicamente consisten en gravas heterométricas englobadas en matriz desde limosa hasta arenosa de tonos ocres, marrones y rojizos, y niveles de conglomerados con grado de cementación variable que intercalan niveles lutíticos-arenosos de poca potencia.

Como trabajos de investigación se han realizado dos calicatas mediante retroexcavadora mixta y se tomaron muestras para realizar los correspondientes ensayos de laboratorio.

La explotabilidad del préstamo sería sencilla con retroexcavadora potente, pudiendo presentar cierta dificultad algún nivel cementado de conglomerados. El volumen explotable cumple de sobra con los requerimientos de la obra.

En función de los ensayos de laboratorio realizados se clasifican como SUELOS SELECCIONADOS, según la instrucción PG-3, con un CBR de 21.

En el apéndice II se adjunta una ficha resumen del préstamo estudiado junto a los perfiles y fotografías de las calicatas realizadas.

5 Vertederos

Habida cuenta de que el volumen de terraplén es muy inferior al de desmonte, habrá que determinar una zona de vertedero donde retirar el material resultante de la excavación. Hay que tener en cuenta que se aprovechará en la medida de lo posible el material de excavación para los terraplenes procedentes de las modificaciones de trazado.

Por consiguiente, se empelará como vertedero la zona de las Lomas del Campillo, la cual también se empleará como zona de préstamo. Esta cantera ha servido con anterioridad como zona de vertedero, así como zona de préstamo



Desmante	Tipo/Altura máxima	Formaciones/Litología	Ripabilidad	Utilización de materiales de excavación	Tipo de suelo de la explanación	TALUDES	
						Taludes actuales o similares	Taludes recomendados y medidas complementarias
D.O. 23+200 a 23+400	Desmante a la derecha del eje, con pequeños rellenos a la izquierda.	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo-uno	Tipo 0	2H:3V	1H:1V
D.O. 23+600 a 23+950	Desmante fundamentalmente a la derecha del eje. 7,8 m de altura máxima sobre eje	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno	Tipo 0	2H:3V Caída de bloques de arenisca	2H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 24+300 a 24+670	Desmante a la derecha del eje	Ci2b. Areniscas y lutitas parcialmente cubiertas por derrubios	Retroexcavadora Martillo	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno	Tipo 0	2H:3V a 1H:1V Caída de pequeños bloques	1H:1V
D.O. 24+900 a 25+100	Trinchera hasta PK 1+240, con 7,8 m de altura máxima. Seguidamente, desmante a la derecha del eje	Ci2d. Calizas en bancos potentes con intercalaciones de calizas margosas y margas.	Ripper voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	Subvertical. Caída de bloques Escamación de materiales más blandos. Diaclasado abierto	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 25+800 a 26+300	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 19,3 m.	Ci2d. Calizas tabulares en niveles decimétricos a métricos parcialmente cubiertas por derrubios	Ripper voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	2H:3V Caída de bloques aislados y pequeños derrames de derrubios.	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 26+700 a 26+900	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 20 m.	Ci2d. Calizas margocalizas y margas parcialmente cubiertas por derrubios Ci3: Calizas y margas	Ripper voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	2H:3V a 1H:1V Caída de bloques aislados y pequeños derrames de derrubios.	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 27+500 a 28+400	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 15,4 m.	Ci2d: Calizas margocalizas, parcialmente cubiertas por coluviales (Qc, limos con cantos)	Retroexcavadora Ripper / voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	1H:1V	1H:3V suavizado últimos 2-3 m a 1H:1V Cuneta trapecial grande (*)
D.O. 28+400 a 28+600	Trinchera con mayor desarrollo a la derecha y altura máxima aproximada en el eje de 19,3 m.	Ci2d. Calizas en niveles decimétricos a métricos, bastante rotas, con intercalaciones margosas.	Ripper voladura	Cimiento y núcleo de rellenos Todo uno / Pedraplén	Roca	Subverticales con caída de bloques	1H:3V Cuneta trapecial grande (*)





FIGURAS





FIGURA 1: PLANO DE SITUACIÓN GEOLÓGICA



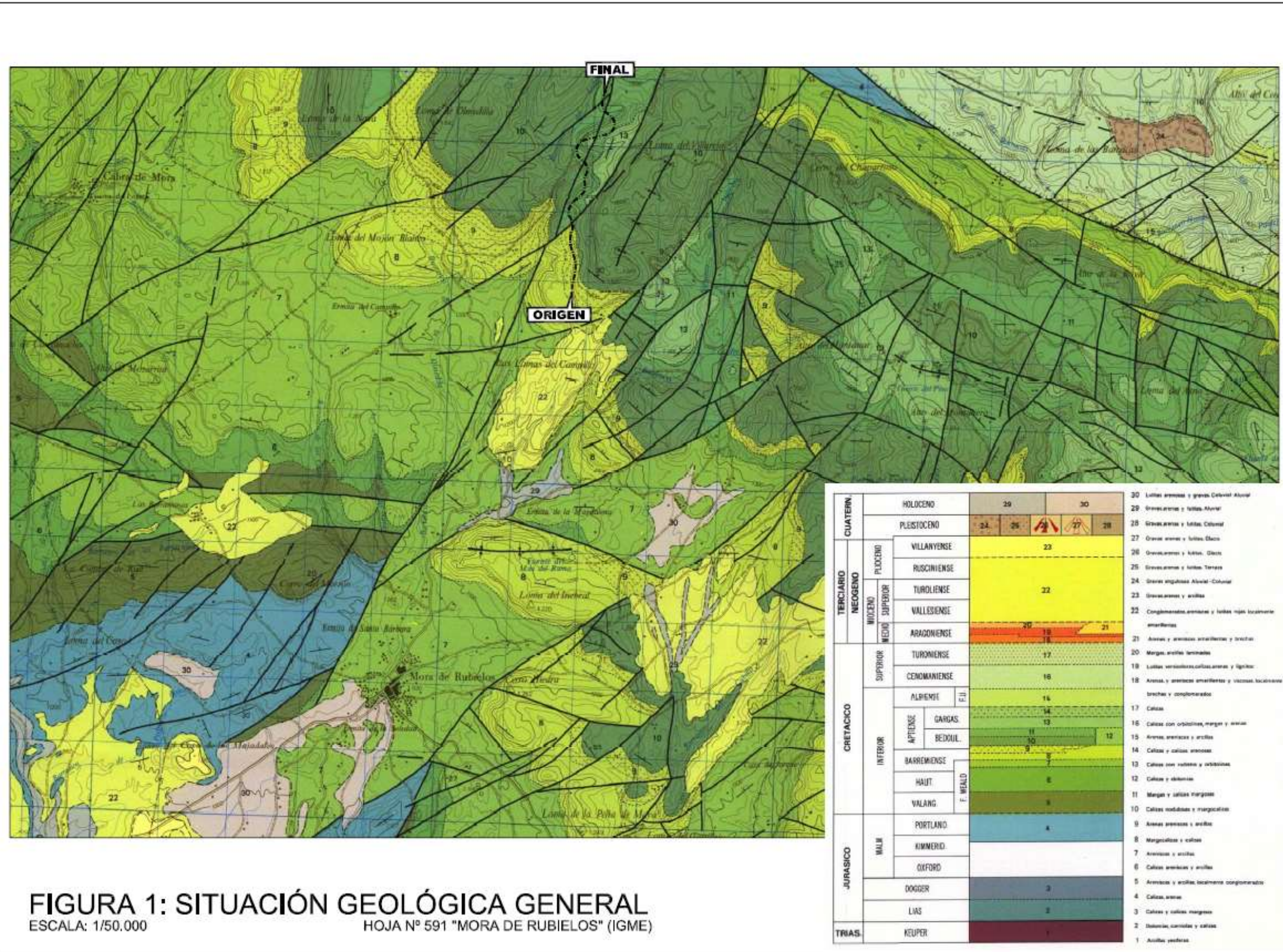






FIGURA 2: PLANO DE SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE PRÉSTAMOS





SITUACIÓN ZONAS DE PRESTAMO
ESCALA: 1/50,000 HOJA 591 (MORA DE RUBIELOS)





APÉNDICES






APÉNDICE I: FICHAS INVENTARIO DE TALUDES



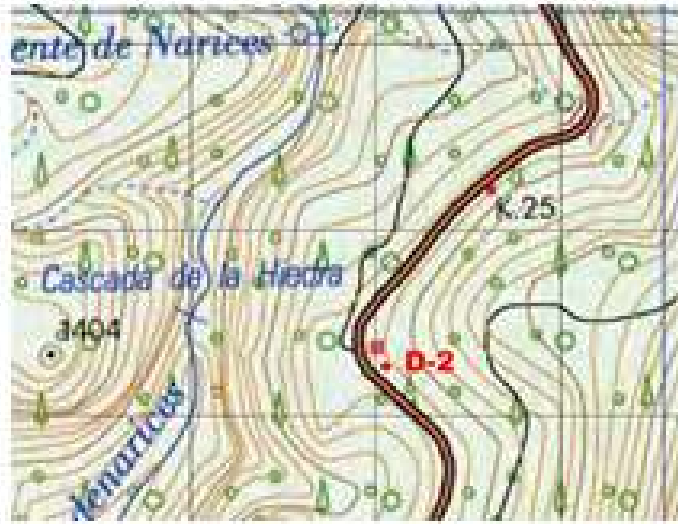



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES

INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES		D-1
SITUACIÓN	A-228 pk.23+850 aproximadamente	LOCALIDAD: MORA DE RUBIELOS
		FECHA: 25/05/2009
TIPO: Talud derecho		SITUACIÓN GEOGRÁFICA 
DIMENSIONES	ALTURA: 9 m aproximadamente	
	TALUD: Sobresaliente H:IV.	
	BERMAS: NO	
	SOBREANCHO AL PIE: NO	
		
GEOLOGÍA	LITOLOGÍA: Alternancia de lutitas rojizas y niveles de arenisca de potencia variable blanquecinas y amarillentas. A techo hasta 2 m de limos y arcillas con conchas y bloques de arenisca y calizas (derrubios).	
	F. LITOSTRATIGRÁFICAS: Formación Arcillas de Morella	
	EDAD: Barremiense- Boluxiense Inferior (U12b)	
ESTABILIDAD: Sin problemas aparentes		
MEDIDAS DE CONTENCIÓN: NO		
MEDIDAS DE DRENAJE: Cuneta con revestir al pie con vegetación herbácea		
EROSIÓN: Gorda pequeños bloques de arenisca		
MEDIDAS CONTRA LA EROSIÓN: NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN: BUENO		
OBSERVACIONES:		



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES

INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES		D-2
SITUACIÓN: A-228 pk. 24+600	LOCALIDAD: MORA DE RUBIELOS	FECHA: 25/05/2009
TIPO: Talud derecho		SITUACIÓN GEOGRÁFICA.
DIMENSIONES	ALTURA: 5 m aproximadamente	
	TALUD: Suavemente 1H:3V	
	BERMAS: NO	
	SOBREANCHO AL PIE: NO	
CUNETÓN: NO		
GEOLOGÍA	LITOLOGÍA: Calizas grises con fisiles en bancos potentes y niveles intercalados de margas y calizas margosas nodulares beige. Presentan discontinuidades de 2º orden (diaclicsis)	
	F. LITOESTRATIGRÁFICAS: Formación Margas de Fonoll	
	EDAD: Devoniano Superior (C12d)	
ESTABILIDAD: Sin problemas aparentes.		
MEDIDAS DE CONTENCIÓN: NO		
MEDIDAS DE DRENAJE: Carreta sin revestir al pie con abundante vegetación herbácea		
EROSIÓN: Cana Bloques menores		
MEDIDAS CONTRA LA EROSIÓN: NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno		
OBSERVACIONES:		



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES		D-3
SITUACIÓN A-228 pk 25+500	LOCALIDAD: MORA DE RUBIELOS	FECHA: 15/05/2009
TIPO: Talud derecho		SITUACIÓN GEOGRÁFICA 
DIMENSIONES	ALTURA: 6 m aproximadamente	
	TALUD: 2H:3V aproximadamente	
	BERMAS: NO	
	SOBREANCHO AL PIE: NO	
GEOLOGÍA	LITOLOGÍA: Calizas margosas en niveles centimétricos a decimétricos con intercalaciones margosas. Parcialmente cubiertas por derrubios.	
	F. LITOESTRATIGRÁFICAS: Formación Margas de Fontal]	
	EDAD: Devónico Superior Superior (C12d).	
ESTABILIDAD: Sin problemas aparentes		
MEDIDAS DE CONTENCIÓN: NO		
MEDIDAS DE DRENAJE: Cuneta sin revestir al pie con vegetación herbácea.		
EROSIÓN: NO		
MEDIDAS CONTRA LA EROSIÓN: NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno		
OBSERVACIONES:		



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES

INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES		D-4
SITUACIÓN	A-228 p.k. 26+850 aproximadamente	LOCALIDAD: MORA DE RUBIELOS
		FECHA: 15/05/2009
TIPO: Talud derecho		SITUACIÓN GEOGRÁFICA.
DIMENSIONES	ALTURA: 3-4 m aproximadamente	
	TALUD: III-IV	
	BERMAS: NO	
	SOBREANCHO AL PIE: NO	
GEOLOGÍA	LITOLÓGICA: Limos arcillosos margosos con cantos y bloques calcáreos (derrubios) que emmascaran las calizas del Cretácico.	
	F. LITOESTRATIGRÁFICAS: Coluvial sobre Formación Margas de Fozcaill	
	EDAD: Cuaternario de Superior (C12d)	
ESTABILIDAD: Sin problemas aparentes		
MEDIDAS DE CONTENCIÓN: NO		
MEDIDAS DE DRENAJE: Cunetas sin revestir al grupo vegetación herbácea		
EROSIÓN: Ligeros procesos de sedimentación		
MEDIDAS CONTRA LA EROSIÓN: NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN: BUENO		
OBSERVACIONES:		



INVENTARIO DE TALUDES-DESMONTES		D-5
SITUACIÓN	A-228 pk.27+000	LOCALIDAD: MORA DE RUBIELOS FECHA: 15/05/2009
TIPO: Talud derecho	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	
DIMENSIONES	ALTURA: 1,5-3,0 m aproximadamente	
	TALUD: Subvertical	
	BERMAS: NO	
	SOBREANCHO AL PIE: NO	
CUNETÓN: NO		
GEOLOGÍA	LITOLÓGIA: Calizas beige en bancos potentes bastante fracturadas.	
	F. LITOSTRATIGRÁFICAS: Formación Margas de Forcall	
	EDAD: Jurásico Superior (C13d)	
ESTABILIDAD: Sin problemas aparentes		
MEDIDAS DE CONTENCIÓN: NO		
MEDIDAS DE DRENAJE: Cunetas sin revestir al pie con vegetación herbácea		
EROSIÓN: NO		
MEDIDAS CONTRA LA EROSIÓN: NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN: BUENO		
OBSERVACIONES:		







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº3: DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

1	CLIMATOLOGÍA.....	3
2	HIDROLOGÍA.....	3
2.1	Delimitación de cuencas.....	3
2.2	Lluvia de proyecto.....	3
2.3	Caudales.....	3
3	DRENAJE.....	3
3.1	Drenaje transversal.....	3
3.1.1	Drenaje Longitudinal.....	4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Obra de drenaje transversal nº4.....	4
Figura 2.	Obra de drenaje transversal nº5.....	4
Figura 3.	Obra de drenaje transversal nº 7.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características físicas de la cuenca.....	3
Tabla 2.	Precipitaciones máximas diarias asociadas a los distintos periodos de retorno.....	3
Tabla 3	Régimen de caudales para T=100 años.....	3
Tabla 4	Régimen de caudales para T=500 años.....	3
Tabla 5.	Obras de drenaje transversal actuales.....	3
Tabla 6.	Obras de fábrica.....	4
Tabla 7.	Obra de fábrica nº4. PK 25+127.....	6
Tabla 8.	Obra de fábrica nº 5. PK 25+537.....	7
Tabla 9 .	Obra de fábrica nº 7. PK 26+724.....	8



1 CLIMATOLOGÍA

Las características climáticas de la zona de actuación han sido obtenidas a partir de un estudio climatológico de la zona al que se ha obtenido acceso.

2 HIDROLOGÍA

2.1 Delimitación de cuencas

De acuerdo con la metodología expuesta en el apartado 1 CLIMATOLOGÍA, se han identificado las cuencas vertientes a los puntos bajos generados por las trazas de nueva ejecución proyectadas en el presente proyecto básico.

A continuación, se muestra la tabla con el resumen de las principales características físicas de la cuenca.

TRAMO 1.2.- MORA-ALCALÁ						
CUENCA	Longitud cauce (km)	Cota máx. (m)	Cota min. (m)	Superficie (km ²)	Pdte (%)	Tc (h)
1	0,387	1580	1376	0,059	52,71%	0,16
2	0,463	1590	1374	0,14	46,65%	0,19
3	1,155	1621	1364	0,462	22,25%	0,45

Tabla 1. Características físicas de la cuenca.

2.2 Lluvia de proyecto

Las precipitaciones máximas diarias asociadas a los distintos periodos de retorno, obtenidas a partir de las isoyetas, son las siguientes.

CUENCA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2,33	5	10	25	50	100	300	500
1	44	62	75	92	105	123	145	155
2	44	62	75	92	105	123	145	155
3	44	61	73	92	105	120	145	155

Tabla 2. Precipitaciones máximas diarias asociadas a los distintos periodos de retorno

2.3 Caudales

De acuerdo con el método de cálculo descrito en el apartado 1 CLIMATOLOGÍA, se han obtenidos los caudales de las cuencas definidas para cada período de retorno.

En la tabla siguiente se resume el cálculo para los periodos de 100 y 500 años, que son los que determinan el diseño y la validez de la obra.

CAUDALES											
CUENCA	Superficie (km ²)	Tc (h)	T(años)	Po(mm)	Po def(mm)	Pd(mm)	Pdc(mm)	C	It(mm/h)	K	Q (m ³ /s)
1	0,059	0,16	100	34	91,8	123	123	0,054	153,364	1,007	0,138
2	0,140	0,19	100	34	91,8	123	123	0,054	141,377	1,009	0,301
3	0,462	0,45	100	34	91,8	120	120	0,049	88,104	1,025	0,572

Tabla 3 Régimen de caudales para T=100 años.

CAUDALES											
CUENCA	Superficie (km ²)	Tc (h)	T(años)	Po(mm)	Po def(mm)	Pd(mm)	Pdc(mm)	C	It(mm/h)	K	Q (m ³ /s)
1	0,059	0,16	500	34	91,8	155	155	0,106	193,264	1,007	0,337
2	0,140	0,19	500	34	91,8	155	155	0,106	178,157	1,009	0,738
3	0,462	0,45	500	34	91,8	155	155	0,106	113,802	1,025	1,581

Tabla 4 Régimen de caudales para T=500 años.

3 DRENAJE

3.1 Drenaje transversal.

En primer lugar, se ha llevado a cabo un inventario de las obras de fábrica existentes, que a continuación se muestran.

O.F	PK	ODT	Long(m)
1	23+780	Caño 1,00	24
2	23+960	Caño 1,00	15
3	24+480	Caño 1,00	20
6	26+600	Caño 1,00	18

Tabla 5. Obras de drenaje transversal actuales

Tras realizar el inventario se procede a dimensionar las nuevas obras de drenaje debidas a la modificación del trazado. Los criterios de dimensionamiento de las pequeñas obras de drenaje transversal (ODT), se han diseñado a partir de los caudales obtenidos en el apartado anterior, siguen lo dispuesto en la Instrucción 5.2.-IC.

CUENCA	ODT	PK	T(años)	Q m ³ /s	Longitud (m)	ODT
1	4	25+127	100	0,138	59,00	Caño 1,20
2	5	25+537	100	0,301	59,56	Caño 1,20
3	7	26+724	100	0,572	46,15	Caño 1,50

Tabla 6. Obras de fábrica.

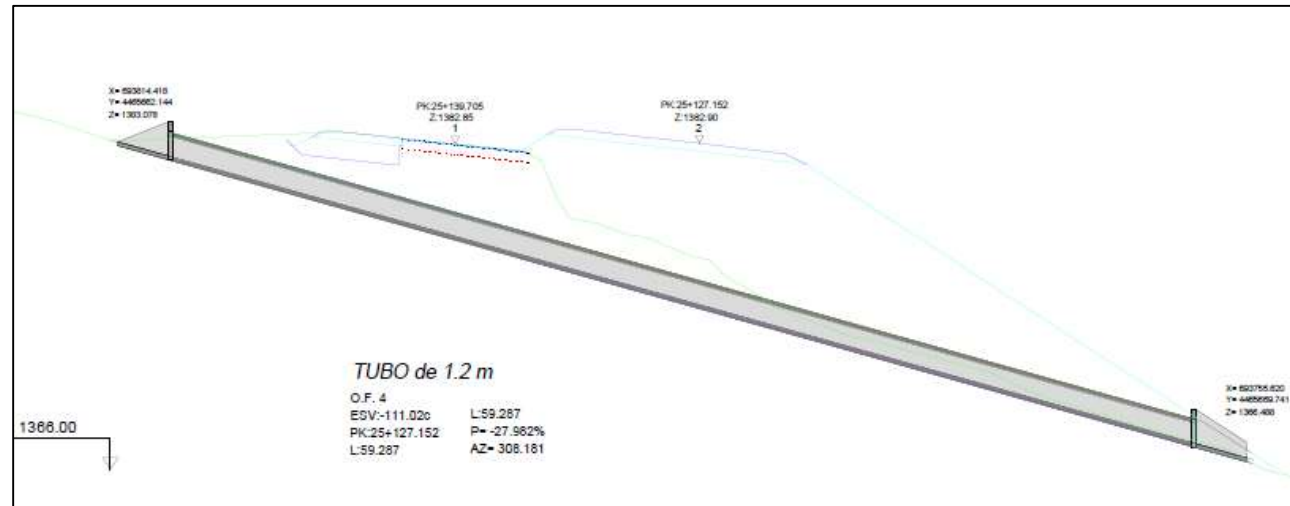


Figura 1. Obra de drenaje transversal nº4

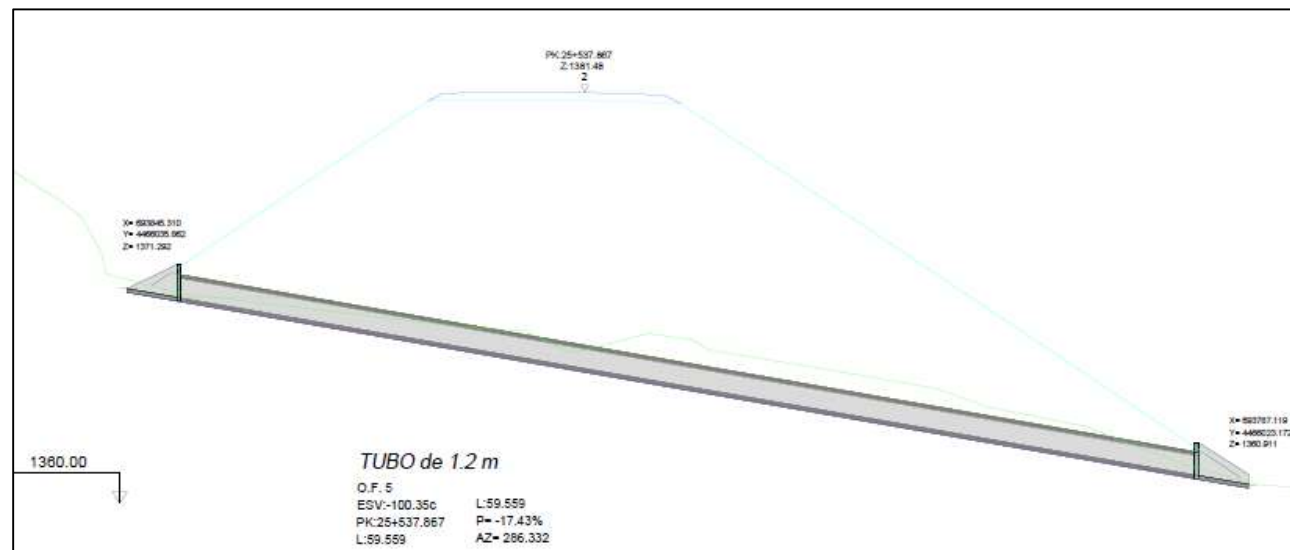


Figura 2. Obra de drenaje transversal nº5

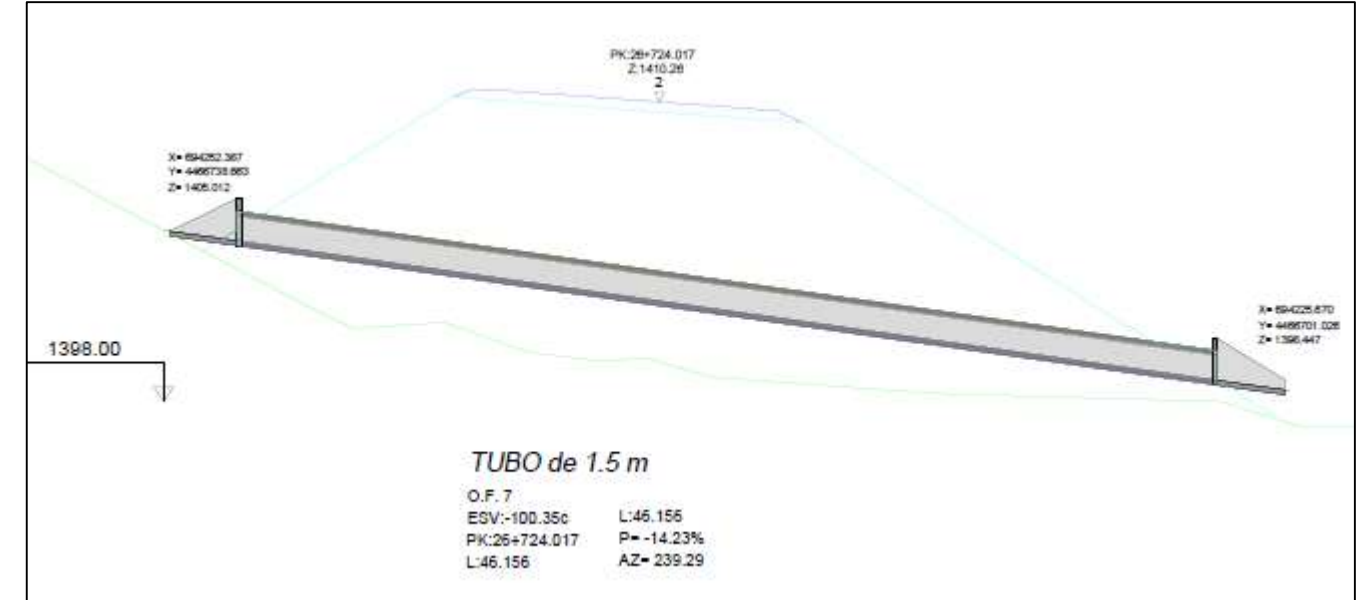


Figura 3. Obra de drenaje transversal nº 7.

3.1.1 Drenaje Longitudinal

Para el drenaje longitudinal se ha llevado a cabo un hormigonado de las cunetas con las pendientes mas pronunciadas. En este caso se ha hormigonado la cuenta comprendida entre el PK 217 +000 y el PK 28+631 que presenta de una pendiente constante comprendida entre el 5% y el 6%



APÉNDICE Nº1: JUSTIFICACIÓN OBRAS DE FÁBRICA DE DRENAJE TRANSVERSAL

OBRA DE FÁBRICA Nº 4. PK 25+127				
CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q_d	0,138		
CARACTERÍSTICAS O. D.		VALORES A LA ENTRADA		
Sección tipo	TUBO		Elevación a la entrada H_e (m)	0,391
Diámetro (m)	D	1,20	Calado en cauce (m)	0,030
Pendiente (m/m)	J	0,2798	Sobreelevación (m)	0,361
Longitud (m)	L	59,000		
Rugosidad Manning	n	0,015		
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K_e	0,30	COMPROBACIONES	
Número de elementos	1		CONDUCTO RECTO	SÍ
Caudal Obra (m³/s)	Q	0,138	SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
RÉGIMEN UNIFORME			L/J	SÍ
Calado (m)	y_c	0,080	$H_e < 1,2 \cdot D$	SÍ
Área (m²)	A	0,032	Calado a la salida (m)	SÍ
Perímetro mojado (m)	P	0,627	CONTROL DE ENTRADA	
Velocidad (m/s)	v	4,892	SOBREELEVACIÓN VÁLIDA	
Energía específica (m)	E	1,300	$v < 6 \text{ m/s}$	SÍ
Nº de Froude	F	9,507	$J \geq J_c$	SÍ
Tipo de régimen	RÁPIDO			
RÉGIMEN CRÍTICO			EROSIÓN	
Calado (m)	y_c	0,136	δ (m)	0,240
Área (m²)	A	0,070	NIVEL DEL AGUA	BAJO
Perímetro mojado (m)	P	0,823	e (m)	0,627
Pendiente (m/m)	J_c	0,0230	Profundidad mínima rastrillo (m)	0,157
Velocidad (m/s)	v	1,961		
Energía específica (m)	E	0,332		
CAUDAL MÁXIMO (m³/s)	17,873			

Tabla 7. Obra de fábrica nº4. PK 25+127

OBRA DE FÁBRICA Nº 5. PK 25+537				
CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q_d	0,301		
CARACTERÍSTICAS O. D.		VALORES A LA ENTRADA		
Sección tipo	TUBO		Elevación a la entrada H_E (m)	0,459
Diámetro (m)	D	1,20	Calado en cauce (m)	0,030
Pendiente (m/m)	J	0,1743	Sobreelevación (m)	0,429
Longitud (m)	L	59,560		
Rugosidad Manning	n	0,015		
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K_e	0,30	COMPROBACIONES	
Número de elementos	1		CONDUCTO RECTO	SÍ
Caudal Obra (m³/s)	Q	0,301	SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
RÉGIMEN UNIFORME			L / J	SÍ
Calado (m)	y_c	0,130	$H_E < 1,2 \cdot D$	SÍ
Área (m²)	A	0,066	Calado a la salida (m)	SÍ
Perímetro mojado (m)	P	0,805	CONTROL DE ENTRADA	
Velocidad (m/s)	v	5,263	SOBREELEVACIÓN VÁLIDA	
Energía específica (m)	E	1,542	$v < 6$ m/s	SÍ
Nº de Froude	F	7,155	$J \geq J_c$	SÍ
Tipo de régimen	RÁPIDO			
RÉGIMEN CRÍTICO			EROSIÓN	
Calado (m)	y_c	0,248	δ (m)	0,240
Área (m²)	A	0,169	NIVEL DEL AGUA	MEDIO
Perímetro mojado (m)	P	1,133	e (m)	0,840
Pendiente (m/m)	J_c	0,0091	Profundidad mínima rastrillo (m)	0,210
Velocidad (m/s)	v	1,784		1,345
Energía específica (m)	E	0,410		
CAUDAL MÁXIMO (m³/s)	14,107			

Tabla 8. Obra de fábrica nº 5. PK 25+537

OBRA DE FÁBRICA Nº 5. PK 26+724				
CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q _d	0,572		
CARACTERÍSTICAS O. D.		VALORES A LA ENTRADA		
Sección tipo	TUBO		Elevación a la entrada H _E (m)	0,591
Diámetro (m)	D	1,50	Calado en cauce (m)	0,020
Pendiente (m/m)	J	0,1423	Sobreelevación (m)	0,571
Longitud (m)	L	46,156		
Rugosidad Manning	n	0,015		
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,30	COMPROBACIONES	
Número de elementos		1	CONDUCTO RECTO	SI
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,572	SECCIÓN CONSTANTE	SI
RÉGIMEN UNIFORME			L / J	SI
Calado (m)	y _c	0,170	H _E < 1,2 · D	SI
Área (m ²)	A	0,110	Calado a la salida (m)	SI
Perímetro mojado (m)	P	1,030	CONTROL DE ENTRADA	
Velocidad (m/s)	v	5,677	→ k · L	6,923
Energía específica (m)	E	1,813	SOBREELEVACIÓN VÁLIDA	
Nº de Froude	F	6,679	v < 6 m/s	SI
Tipo de régimen		RÁPIDO	J ≥ J _c	SI
RÉGIMEN CRÍTICO			EROSIÓN	
Calado (m)	y _c	0,330	δ (m)	0,300
Área (m ²)	A	0,289	NIVEL DEL AGUA	MEDIO
Perímetro mojado (m)	P	1,466	c (m)	1,084
Pendiente (m/m)	J _c	0,0077	Profundidad mínima rastrillo (m)	0,271
Velocidad (m/s)	v	1,981		1,735
Energía específica (m)	E	0,530		
CAUDAL MÁXIMO (m³/s)		23,110		

Tabla 9 . Obra de fábrica nº 7. PK 26+724







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE TRÁFICO

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE ESTUDIO DE TRÁFICO

1 INTRODUCCIÓN	3
2 ESTUDIO DE TRÁFICO	3
2.1 Localización y área de estudio.....	3
2.2 Análisis del tráfico	3
2.3 Prognosis del tráfico	4
2.3.1 Orden FOM/3317/2010.....	4
2.3.2 Relación lineal a través de la Estación de Aforo.....	4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista aérea de la estación de aforo 806. Fuente: Google Earth.....	3
Figura 2: Representación gráfica de los resultados procedentes de la estación de aforo 806.....	3
Figura 3: Representación gráfica de la Regresión Lineal de IMD (2007-2018). Fuente: Elaboración propia.....	4
Figura 4: Representación gráfica de la Regresión lineal del tráfico Pesado (2007-2018). Fuente: Elaboración propia.	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de la estación de aforo 806: Fuente: carreterasdearagón.com	3
Tabla 2: Incremento anual acumulativo. Fuente: FOM/3317/2010	4
Tabla 3: Resultados de aplicar el criterio de la Orden FOM/3317/2010. Incremento anual acumulativo.....	4
Tabla 4: Resultados de aplicar los resultados de la Regresión lineal. fuente: Elaboración propia.	5



1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es realizar un análisis del tráfico en la zona de actuación, que nos permita caracterizar el tramo en estudio. Para ello se requiere evaluar el tráfico en el trazado existente, además de evaluar las soluciones futuras: en el año de puesta en servicio (2025) y en el año horizonte (2040). Los resultados obtenidos se emplearán para definir las distintas alternativas del nuevo trazado, así como definir la sección de explanada y firme mas adecuada a la categoría de tráfico del tramo en el año de puesta en servicio.

Para llevar a cabo el análisis de tráfico, se ha empleado los datos procedentes de una estación de aforo muy próxima al tramo, en Mora de Rubielos. A partir de esta información se obtendrá la IMD actual del trazado, así como de la puesta en servicio y año horizonte.

2 ESTUDIO DE TRÁFICO

2.1 Localización y área de estudio.

Para llevar a cabo el análisis de tráfico del tramo objeto de estudio, se empleó la información facilitada por la estación de aforo 806, ubicada en la A-228, en Mora de Rubielos.



Figura 1: Vista aérea de la estación de aforo 806. Fuente: Google Earth

En la figura 1 se puede observar la ubicación exacta de la estación de aforo 806. Esta, al igual que el tramo de actuación, se encuentra entre los municipios de Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva; distando del tramo de actuación apenas 2 kilómetros.

No ha sido necesario acudir a la información de otra estación afín, ni realizar un aforo manual, puesto que la estación de aforo 806, se encuentra cercana al tramo de actuación, y es por tanto, representativa del tráfico que circula por dicho tramo.

2.2 Análisis del tráfico

Toda la información procedente de la estación de aforo 806, se ha obtenido a través del organismo de carreteras de Aragón. Se tienen registros de tráfico, desde 2007 a 2017, por lo que se puede definir la tendencia del tráfico en los años analizados; y por otro lado, estimar la tendencia en los años posteriores.

Tras analizar toda la información recopilada, se ha obtenido la intensidad media diaria (IMD) y la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) desde el año 2007 al 2017. Los resultados obtenidos se agrupan

en la siguiente tabla.

AÑO	IMD	PESADOS	% PESADOS
2007	1214	160	13%
2008	1601	146	9%
2009	1558	128	8%
2010	1648	141	9%
2011	1577	101	6%
2012	1410	84	6%
2013	1389	132	10%
2014	1398	112	8%
2015	1743	133	8%
2016	1450	127	9%
2017	1625	76	5%

Tabla 1: Resultados de la estación de aforo 806: Fuente: carreterasdearagón.com

Para permitir una mayor comprensión de la evolución del tráfico durante los años mencionados, se han representado los resultados de la tabla anterior en la gráfica siguiente.

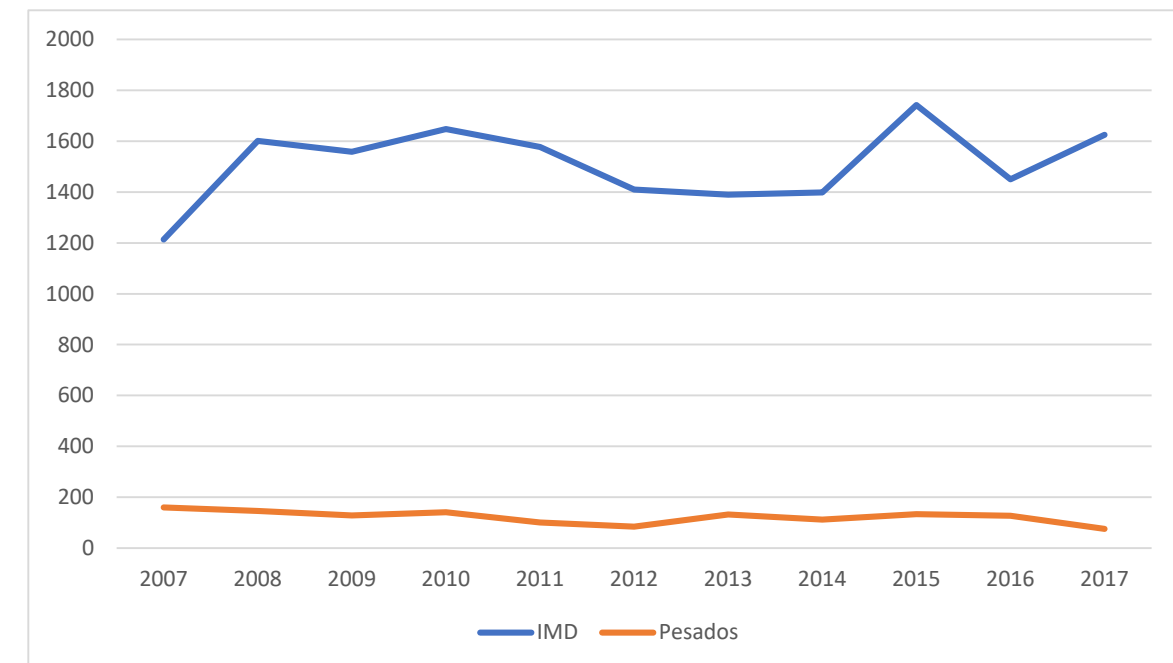


Figura 2: Representación gráfica de los resultados procedentes de la estación de aforo 806.



2.3 Prognosis del tráfico

El objetivo de este apartado es obtener la IMD del año de puesta en obra, así como la del año horizonte, siendo estas 2025 y 2040 respectivamente. Para obtener dichos resultados se han estudiado dos alternativas:

1. Seguir el criterio de la Orden FOM/3317/2010.
2. Establecer una correlación lineal a través de los aforos entre 2007 y 2017 para predecir el tráfico en los años mencionados.

2.3.1 Orden FOM/3317/2010

Según esta orden: "Los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico, a efectos de definir la necesidad de carriles adicionales en rampa, terceros carriles por cuestión de capacidad, la categoría del firme, así como cualquier otra cuestión de la geometría de la carretera serán los siguientes:"

PERIODO	INCREMENTO ANUAL ACUMULATIVO
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 EN ADELANTE	1,44 %

Tabla 2: Incremento anual acumulativo. Fuente: FOM/3317/2010

Según las tablas anteriores, y a partir de los IMDs presentados en el apartado 2.2, se procede a calcular los IMDs correspondientes a los años de puesta de servicio y año horizonte:

$$IMD_t = IMD_i * (1 + p)^n$$

Siendo:

IMDt = Intensidad media diaria de vehículos en el año requerido.

IMDi = Intensidad media diaria de vehículos en el año inicial.

p = Porcentaje en tanto por uno del incremento anual acumulativo.

n = Años transcurridos desde el año inicial hasta el año requerido.

Los resultados de aplicar la ecuación anterior se muestran en la siguiente figura:

	IMD	IMDp
IMD, 2017	1625	76
IMD, ACTUAL	1696	79
IMD, año de puesta en servicio (2025)	1822	85
IMD, año horizonte (2040)	2258	106

Tabla 3: Resultados de aplicar el criterio de la Orden FOM/3317/2010. Incremento anual acumulativo.

2.3.2 Relación lineal a través de la Estación de Aforo

La estación de aforo 806, aporta información desde el año 2006 al 2017. Esto nos permite obtener una relación lineal entre los años y el tráfico circulante. A partir de los datos de la tabla 1, presentada en el apartado 2.2, se ha desarrollado una regresión lineal, la cual nos ha permitido obtener la línea de tendencia y el factor R cuadrado o coeficiente de determinación.

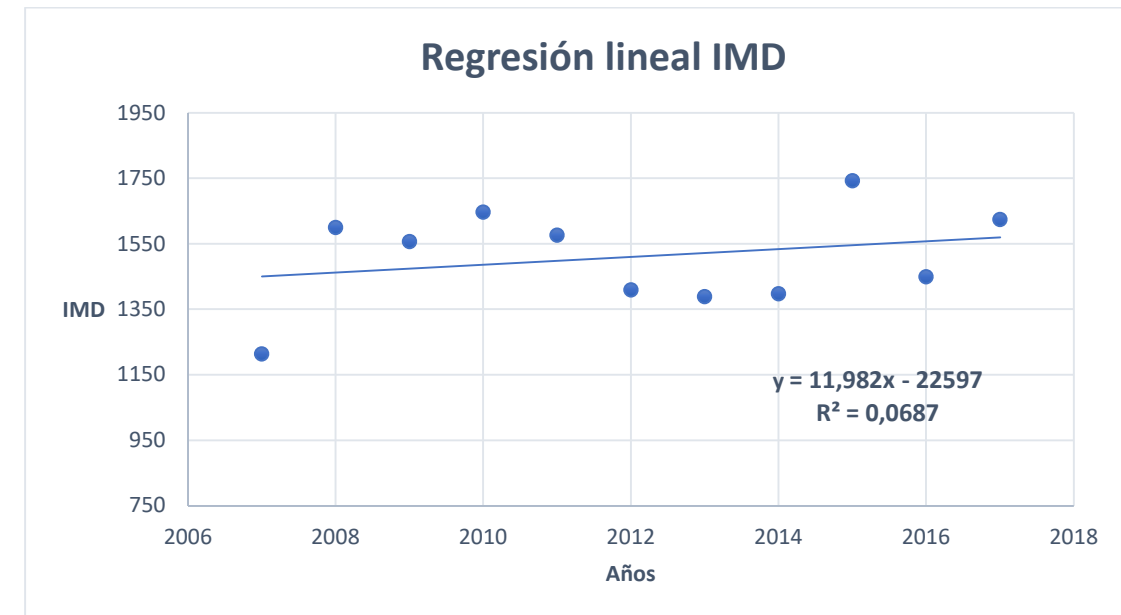


Figura 3: Representación gráfica de la Regresión Lineal de IMD (2007-2018). Fuente: Elaboración propia

Así mismo, a partir de los aforos de tráfico pesado, se ha desarrollado una regresión lineal de la misma manera que la anterior.

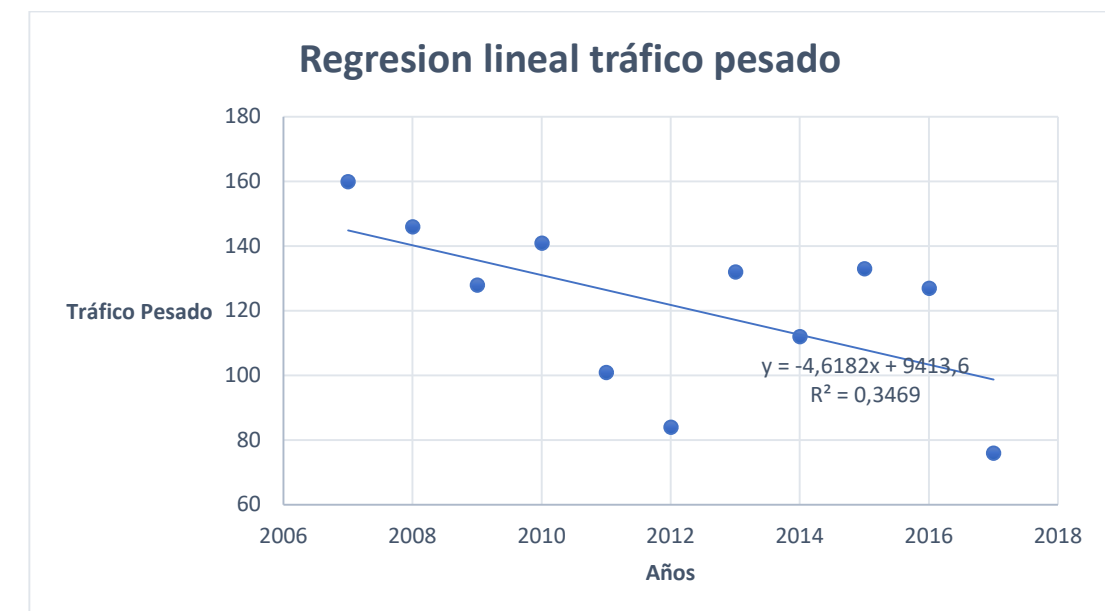


Figura 4: Representación gráfica de la Regresión lineal del tráfico Pesado (2007-2018). Fuente: Elaboración propia.



Si aplicamos la ecuación correspondiente al periodo de tiempo del cual tenemos datos de aforos, a los años de puesta en servicio y horizonte, obtenemos los siguientes resultados:

	<i>IMD</i>	<i>IMD_p</i>
<i>IMD, 2017</i>	1571	99
<i>IMD, ACTUAL</i>	1607	85
<i>IMD, año de puesta en servicio (2025)</i>	1667	62
<i>IMD, año horizonte (2040)</i>	1846	0

Tabla 4: Resultados de aplicar los resultados de la Regresión lineal. fuente: Elaboración propia.

Si comparamos los resultados obtenidos con los del apartado anterior se observa que:

- La tendencia de crecimiento del IMD es inferior según este criterio.
- Por el contrario, la línea de tendencia del tráfico pesado en este caso es decreciente llegando a valores nulos en el año horizonte, lo cual no es posible.

Tras comparar ambos métodos se aprecia la poca fiabilidad del segundo. Este argumento se fortalece al analizar los coeficientes de determinación de las regresiones lineales desarrolladas, siendo estos del 6,87 % y del 34,69 %. Estos valores se interpretan como que solo se representa el 6,87% y el 34,69% de la variabilidad de los datos en la línea de tendencia. Al distar estos valores considerablemente del 100 % se decide desestimar este método y se escoge el primero, desarrollado a partir de la Orden FOM/3317/2010





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº5: DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel



ÍNDICE DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

1	INTRODUCCIÓN	3
2	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO.....	3
3	DISEÑO DE EXPLANADAS.....	3
3.1	Análisis de posibles explanadas.....	4
4	DISEÑO DEL FIRME	5
4.1	Análisis de los posibles firmes.....	5
4.2	Diseño mezcla bituminosa.....	6
4.3	Riegos	8
4.3.1	Riego de imprimación.....	8
4.3.2	Riego de adherencia	8
4.4	Sección tipo	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Formación de explanada. Fuente: Norma 6.1 IC	4
Figura 2:	Solución adoptada	5
Figura 3:	Dimensionamiento de firmes. Fuente: Elaboración propia.....	6
Figura 4:	Zonas térmicas estivales. Fuente: Norma 6.1-IC	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Categoría de tráfico pesado. Fuente: Norma 6.1 IC.....	3
Tabla 2.	Resultados de ensayos procedentes de Estudio Geológico y Geotécnico. Muestra M-I.....	3
Tabla 3.	Resultados de los ensayos de la muestra M-	3
Tabla 4.	Materiales para la formación de explanadas. Fuente: Norma 6.1 IC.....	4
Tabla 5.	Granulometría del suelo en estabilizaciones con cal. Fuente: PG-3 Art.512.....	5
Tabla 6.	Granulometría del suelo en estabilizaciones con cemento. Fuente:PG-3 Art. 512	5
Tabla 7.	Composición química del suelo. Fuente: PG-3 Art. 512.....	5
Tabla 8.	Plasticidad del suelo en estabilizaciones con cal. Fuente: PG-3 Art. 512.	5
Tabla 9.	Plasticidad del suelo en estabilizaciones con cemento. Fuente: PG-3 Art. 512.....	5
Tabla 10.	Precios Materiales. Fuente: Elaboración propia a partir de Orden circular 37/2016.....	5
Tabla 11:	CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRMES PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), en función de la categoría de la explanada. Fuente: Norma 6.1-IC.....	6
Tabla 12.	Alternativas para el dimensionamiento de firme. Fuente: Elaboración propia.....	6
Tabla 13:	Precios materiales. Fuente: Elaboración propia a partir de la Orden Circular 37/2016.....	6
Tabla 14.	Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Norma 6.1-IC	7
Tabla 15.	tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. Fuente: art 542 del PG38	
Tabla 16.	Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente: Art 542 PG3	8
Tabla 17.	Solución adoptada para capa de rodadura e intermedia. Fuente: Elaboración propia.....	8
Tabla 18.	Resumen de la solución adoptada	9



1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la determinación de los paquetes de firmes a disponer en las diferentes alternativas desarrolladas en el anejo de trazado geométrico. De entre las diferentes alternativas propuestas en la Norma 6.1 IC, se ha escogido aquella que solventa desde un punto de vista técnico y económico el problema planteado.

De acuerdo con la citada Norma, se ha diseñado de manera conjunta la explanada y el firme, así como los distintos riegos a emplear. El principal parámetro a tener en cuenta en el diseño es la categoría de tráfico pesado, el cual se define en el anejo 2: Estudio de tráfico.

Este anejo contempla la proyección de los paquetes de firme y explanada en el tercer carril en rampa a construir. La actuación contemplada para la calzada existente consiste en pavimentar una capa de 5 cm con el objetivo de regularizar la misma y mejorar el pavimento existente.

2 CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

La categoría de tráfico pesado es el principal parámetro a tener en cuenta en el dimensionamiento del paquete de firmes. En el anejo nº1: Estudio de tráfico, se establece el IMD del año horizonte y del año de puesta en servicio, a través de las estaciones de aforo afines.

Se contempla que el año de puesta en servicio será 2025, debido a la magnitud del proyecto. En el citado anejo, se estima una IMDp de 85 vehículos/día en ambos carriles. Para el caso que concierne en este anejo, se supone un reparto del 50 % de los vehículos para ambos sentidos. Por lo tanto, se estiman que para 2025 en el carril en rampa habrá una IMDp de 44 vehículos/día.

LA Norma 6.1 IC define ocho categorías de tráfico pesado, dependiendo de la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

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

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

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

Tabla 1: Categoría de tráfico pesado. Fuente: Norma 6.1 IC

De acuerdo con la tabla anterior, la categoría de tráfico pesado a considerar para el dimensionamiento del firme es T41.

3 DISEÑO DE EXPLANADAS

Para evaluar la calidad del suelo subyacente de la zona por donde discurre la traza del tramo en estudio, se han empleado los resultados obtenidos en el anejo geotécnico.

Se han cogido dos muestras, de las que se han realizado diversos ensayos para conocer la naturaleza del terreno. En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos.

LITOLOGÍA	Limos y limos arenosos con cantos y bloques en proporción variables
CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	Se ha ensayado una muestra para su caracterización
Contenidos en Finos	34,2 %
Límite Líquido	28,5
Índice de Plasticidad	5,0
Contenido en sales solubles	0,08 %
Contenido en yesos totales	<0,11 %
Contenido en Materia Orgánica	0,34 %
CBR	12

Tabla 2. Resultados de ensayos procedentes de Estudio Geológico y Geotécnico. Muestra M-1

LITOLOGÍA	Limos y limos arenosos con cantos y bloques en proporción variables
CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	Se ha ensayado una muestra para su caracterización
Contenidos en Finos	34,3 %
Límite Líquido	28,5
Índice de Plasticidad	12,6
Contenido en sales solubles	0,11%
Contenido en yesos totales	< 0,7 %
Contenido en Materia Orgánica	0,35 %
CBR	15

Tabla 3. Resultados de los ensayos de la muestra M-2

Si se comparan los resultados de la tabla anterior, con las prescripciones que vienen definidas en el art 330 del PG3, se podrá clasificar el suelo en: seleccionado, adecuado, tolerable y marginal.

Algunas de las mencionadas prescripciones se muestran en la siguiente tabla.

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

Tabla 4. Materiales para la formación de explanadas. Fuente: Norma 6.1 IC

Aplicando el art 333 del PG3, se clasifica el material subyacente de la zona de estudio, teniendo en cuenta las características de las dos muestras analizadas.

En primer lugar, para ir descartando tipos de suelos analizamos el contenido en materia orgánica (0,35 %), el cual es mayor al 0,2% exigido para ser suelo seleccionado, por lo que descartamos este tipo de suelo.

En segundo lugar, el límite líquido es inferior a 40, por lo que se podría tratar de un suelo adecuado. Tras comprobar el contenido de materia orgánica así con el de yesos y sales solubles, se confirma que se trata de un suelo adecuado.

3.1 Análisis de posibles explanadas

Una vez clasificado el material de la traza, se establece una categoría de explanada E2 (Ev2 > 120 MPa). Si se acude a la Figura 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA de la Norma 6.1 IC se encuentran las diferentes soluciones que se pueden adoptar en un suelo adecuado, para una Explanada E2.

Alternativa	Espesor	Material
E2-2	55	Suelo seleccionado
E2-SEST2	25	Suelo estabilizado in situ
E2-3	35	Suelo seleccionado

Tabla 5. Alternativas para la formación de la explanada. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se puede observar a modo esquemático las alternativas planteadas



Figura 1. Formación de explanada. Fuente: Norma 6.1 IC

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

Tabla 6: Formación de la explanada. Fuente: Norma 6.3 IC

Antes de escoger una de las 3 alternativas, hay que comprobar si se pueden realizar una estabilización in situ del suelo de la traza existente. Para la creación de una explanada pueden realizarse tres tipos de suelos estabilizados:

- S-EST1 y S-EST2: Suelos estabilizados “in situ” con cal o cemento.
- S-EST3: Suelos estabilizados “in situ” con cemento.

El caso que nos atañe es el S-EST2. En el Artículo 512 del Pliego de Prescripciones Técnicas para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) se encuentran las características que debe cumplir un suelo para poder ser estabilizado “in situ”, resumidas en las siguientes Tablas.

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)	
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)	
	80	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	≥ 15

Tabla 5. Granulometría del suelo en estabilizaciones con cal. Fuente: PG-3 Art.512.

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)		
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

Tabla 6. Granulometría del suelo en estabilizaciones con cemento. Fuente:PG-3 Art. 512

CARACTERÍSTICA	NORMA	UNIDAD	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
MATERIA ORGÁNICA (MO)	UNE 103204	% en masa	< 2	< 1	
SULFATOS SOLUBLES (SO ₃)	UNE 103201 ⁽⁷⁾	% en masa	< 0,7 ⁽⁷⁾		

Tabla 7. Composición química del suelo. Fuente: PG-3 Art. 512.

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
	(normas UNE 103103 y UNE 103104)
S-EST1	IP ≥ 12
S-EST2	12 ≤ IP ≤ 40

Tabla 8. Plasticidad del suelo en estabilizaciones con cal. Fuente: PG-3 Art. 512.

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	UNE 103103		≤ 40	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	UNE 103103 UNE 103104	≤ 15		

Tabla 9. Plasticidad del suelo en estabilizaciones con cemento. Fuente: PG-3 Art. 512.

Si analizamos la información aportada en la tabla 2 acerca de la naturaleza del material existente en el terreno, y la comparamos con los requisitos anteriormente expuestos, se observa la validez de este para realizar una estabilizada in situ.

Tras concluir que son válidas las 3 alternativas, se acude a la Orden circular 37/2016, en la cual figuran los precios de los distintos materiales a emplear en la formación de la explanada. En la siguiente tabla se desglosan los costes de cada uno de ellos.

Alternativa	Material	Espesor (cm)	Precio (€/m ³)	Coste (€/m ²)
E2-2	Suelo seleccionado	55	16,00	8,80
E2-SEST2	Suelo estabilizado in situ	25	25 (Préstamo) 29(procedente excavación)	6,25 y 7,25
E2-3	Suelo seleccionado	35	17,10	5,98

Tabla 10. Precios Materiales. Fuente: Elaboración propia a partir de Orden circular 37/2016.

Tras analizar la tabla anterior, se comprueba que, desde un punto de vista económico, la alternativa menos costosa es la E2-3. Sin embargo, hay que comprobar que se disponga de suelo seleccionado tipo 2, ya que el material procedente de los desmontes es adecuado.

En el Anejo nº2 Estudio geológico y geotécnico, se describen unas parcelas de las que se podría extraer material. Por ello, se realizó una calicata para evaluar dicho terreno, y se concluyó de que se trata de un suelo seleccionado tipo 2, por lo que se podría emplear en los tramos de terraplén,

Finalmente, se escoge la alternativa planteada: 35 cm de suelo seleccionado tipo 2 por la ventaja económica, así como la disposición de este tipo de material en una parcela cercana al tramo en estudio.

En la siguiente imagen se muestra la solución adoptada.

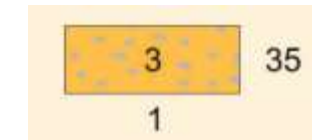


Figura 2: Solución adoptada

Una vez definida a la explanada, ya solo queda definir la tipología de firme a proyectar

4 DISEÑO DEL FIRME

4.1 Análisis de los posibles firmes.

De la misma forma que ocurría en las explanadas, la Norma 6.1-IC también define las diferentes alternativas de secciones del firme a emplear en función de la categoría de explanada y de tráfico pesado.

Se recuerda que, en el caso de estudio, se ha definido una explanada de categoría E2. Por otro lado, la categoría de tráfico pesado es T41.

Si se acude a la Figura 2.2 CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRMES PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42) de la Norma 6.1 IC se encuentran las diferentes soluciones que se pueden adoptar para una explanada de categoría E2, con una categoría de tráfico pesado T41.

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

Tabla 11: CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRMES PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), en función de la categoría de la explanada. Fuente: Norma 6.1-IC

Tras analizar el catálogo se aprecian las siguientes alternativas para el dimensionamiento del firme:

Alternativa	Material	Espesor
4121	Zahorra artificial	30
	Mezcla bituminosa en caliente	10
4122	Suelo cemento	25
	Mezcla bituminosa en caliente	8
4124	Hormigón de Firme	20

Tabla 12. Alternativas para el dimensionamiento de firme. Fuente: Elaboración propia.

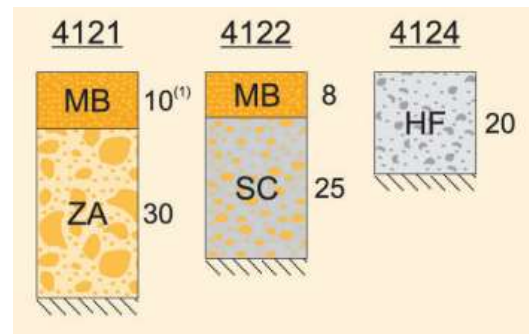


Figura 3: Dimensionamiento de firmes. Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las posibles alternativas, se van a tener en cuenta criterios económicos y técnicos para escoger la opción más adecuada. La Orden circular 37/2016, nos permite obtener los precios de los materiales que componen las capas de las diferentes secciones de firme.

Alternativa	Material	Espesor (cm)	Precio (€/m3)
4121	Zahorra artificial	30	18,19
4122	Suelo cemento	25	21,81
4124	Hormigón de Firme	20	139,59

Tabla 13: Precios materiales. Fuente: Elaboración propia a partir de la Orden Circular 37/2016

En primer lugar, de las 3 alternativas planteadas se descarta la 4124 por los siguientes motivos

- Este material tiene un mayor coste que las mezclas bituminosas y por tanto se trata de la alternativa más cara.
- El firme de la carretera actual se compone de mezcla bituminosa en caliente, por lo que se ha de mantener una homogeneidad en la calzada.
- El mantenimiento necesario de las mezclas bituminosas en caliente es más económico que los pavimentos de hormigón.

Una vez descartada la alternativa 4124, nos queda escoger entre la 4121 (Zahorra Artificial) y 4122 (Suelocemento). A continuación, se muestran diferencias entre ambos materiales que pueden aclarar la opción a escoger.

Zahorras.

- Tiene una mayor capacidad drenante.
- Se adaptan mejor a los asentamientos que el suelocemento.
- Son más económicas.

Suelocemento

- Poseen un mejor comportamiento que las zahorras.
- Tienen una permeabilidad inferior a las zahorras.
- Tiene un coste superior al de las zahorras.

Tras analizar las diferentes características de cada material, y considerando el coste de cada uno, se escoge la alternativa 4121, compuesta por zahorras artificiales.

Sin embargo, aún queda por definir la capa de mezcla bituminosa. En el siguiente apartado se lleva a cabo.

4.2 Diseño mezcla bituminosa

La alternativa escogida establece un espesor de 10 cm de mezcla bituminosa en caliente, pero no define el tipo de mezcla ni el número de capas. En la tabla 6 de la Norma 6.1-IC, se muestran los diferentes espesores de la mezcla bituminosa en caliente en función de si es rodadura, intermedia o base.

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

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

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

Tabla 14. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente. Fuente: Norma 6.1-IC

En el caso de estudio se requieren 10 cm, por lo que se va a prescindir de una capa base y se dispondrá de una capa de rodadura y de una capa intermedia. Los espesores vendrán definidos en función del tipo de mezcla, tal y como se aprecia en la tabla 15. Para ello se requiere definir la condición climática del tramo en proyecto.

La norma 6.1-IC establece en la figura 3 las diferentes zonas térmicas de España, clasificándolas en zona cálida, media y templada. El tramo en estudio pertenece a la zona media, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

Una vez concretada la zona térmica, se define una mezcla en caliente densa o semidensa (D y S). Para proyectar los espesores de las dos capas definidas, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Norma 6.1-IC: "En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores"

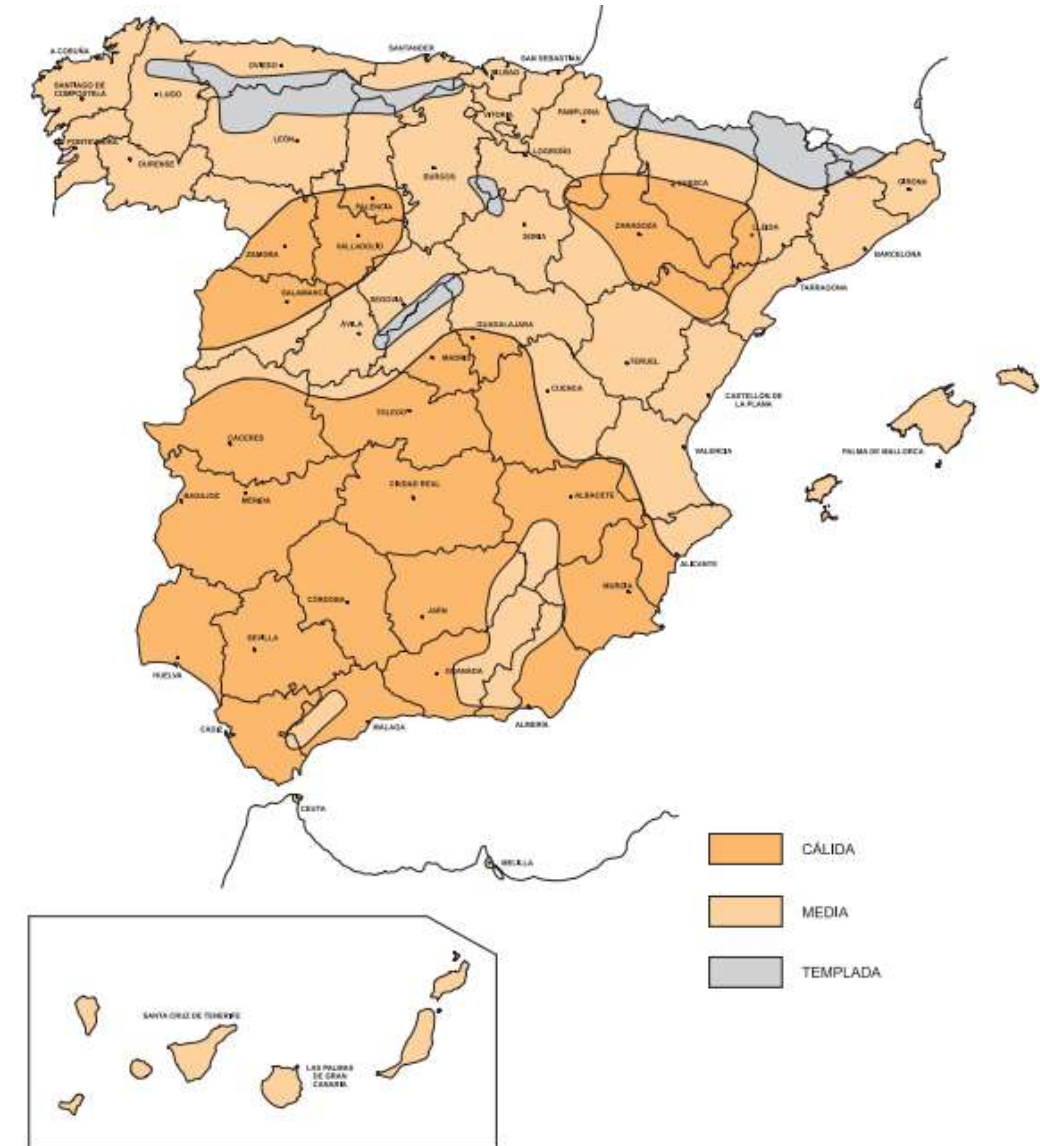


Figura 4: Zonas térmicas estivales. Fuente: Norma 6.1-IC

Teniendo en cuenta lo anterior, se proyectan dos capas:

- Capa intermedia (D y S): 6 cm de espesor.
- Capa de rodadura (D y S): 5 cm de espesor.

Antes de definir el tipo de mezcla para capa de rodadura e intermedia, se establecerá el tipo de ligante hidrocarbonado de cada una de ellas. Para ello, se acude al art 543 del PG3 y se consulta las tablas 542.1.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60				

Tabla 15. tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. Fuente: art 542 del PG3

Para el tramo en estudio se tiene una categoría de tráfico pesado T4 y pertenece a una zona térmica media. Analizando la tabla anterior, y teniendo en cuenta estos dos condicionantes, se define un betún 50/70.

Finalmente, se define el tipo de mezcla bituminosa para cada mezcla. El art 542 del PG3, a través de la tabla 542.8 define los diferentes tipos de mezcla densa y semidensa que se pueden proyectar para capas de rodadura e intermedia.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

Tabla 16. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. Fuente: Art 542 PG3

Seguendo las directrices de la tabla anterior, se proyectan las dos capas siguientes:

- Capa intermedia: AC22 bin S con árido calizo con un espesor de 6 cm.
- Capa de rodadura: AC16 surf D con árido silíceo con un espesor de 5 cm.

A continuación, se muestran los costes de dichas mezclas bituminosas en caliente, obtenidas a partir de la Orden Circular 37/2016.

Material	Precio (€/tn)	Precio (€/m3)	Espesor	€/m2
AC22 bin S	53,29	127,89	0,06	7,67
AC16 surf D	59,425	142,62	0,05	7,13

Tabla 17. Solución adoptada para capa de rodadura e intermedia. Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta, que los precios obtenidos contemplan la producción, transporte, extendido y compactado, incluyendo todos los componentes de la mezcla (Betún y polvo mineral incluidos)

4.3 Riegos

4.3.1 Riego de imprimación

Los riegos de imprimación vienen regulados según el artículo 530 de la Norma 6.1 IC. Esta norma indica que se deben de aplicar este tipo de riegos sobre capas granulares, cuando estas vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa. El motivo por el que se aplican es asegurar una adherencia óptima entre la capa granular y la bituminosa.

Se empleará como emulsión bituminosa una C60BF4 IMP siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir. El art 530 establece la dotación de la emulsión en función de la capacidad de absorción de la capa granular, no siendo inferior a 500 g/m2. En este proyecto se empleará una dotación de 600 g/m2.

En cuanto a la ejecución de las obras, se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y el material granular tenga la humedad óptima para una correcta imprimación, debiendo estar la superficie húmeda pero no encharcada. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con lo indicado en este Pliego, o en su defecto, con las instrucciones del director de las Obras. Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará la emulsión con la dotación y la temperatura aprobadas por el director de las Obras

4.3.2 Riego de adherencia

El artículo 531 de la Norma 6.1 IC regula los riegos de adherencia, estableciendo la obligatoriedad de la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.

En cuanto a la elección de la emulsión bituminosa se ha tenido en cuenta lo establecido en la norma UNE-EN 13808. Esta norma indica que para temperaturas frías se debe emplear una emulsión C60B2 ADH, y es que las condiciones meteorológicas del tramo de actuación son frías. En cuanto a la dotación del ligante, la norma establece un umbral mínimo de 200 gr/m2; siendo este de 250 gr/m2 en el caso en que la capa superior sea una mezcla de hormigón bituminoso o el que sea una mezcla bituminosa discontinua en caliente. En este caso se empleará una dotación de 500 gr/m2.

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de

la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales

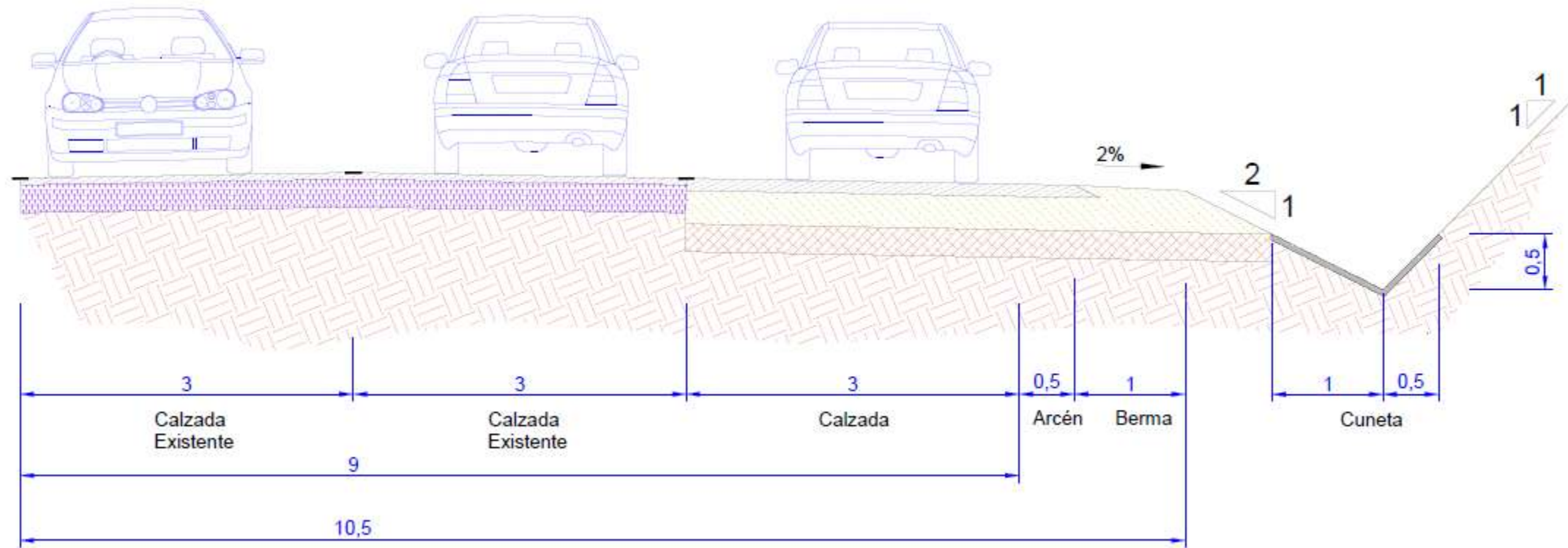
4.4 Sección tipo

En la siguiente tabla se muestra la sección tipo definidas en el presente anejo.

	Capa	Material	Espesor
FIRME	Rodadura	AC16 surf D	5
	Riego de adherencia	C60B2 ADH	
	Intermedia	AC22 bin S	6
	Riego de imprimación	C60BF4 IMP	
	Zahorra artificial	Zahorra artificial	35
EXPLANADA	Explanada	Suelo seleccionado	35
SUELO	Suelo Subyacente	Suelo adecuado	

Tabla 18. Resumen de la solución adoptada

A continuación, en las dos siguientes figuras se muestra en primer lugar el esquema de la calzada con la sección definida, y en la segunda figura se muestra esquemáticamente la sección definida en el carril de ensanchamiento.



- ① M.B.C. TIPO D-12 SILICEO (5 cm.)
- ② RIEGO DE ADHERENCIA, emulsión C60B3 ADH 0,7 kg/m²
- ③ M.B.C. TIPO S-20 CALIZO (6 cm.)
- ④ RIEGO DE IMPRIMACIÓN, emulsión C50BF4 IMP, 1,0 kg/m²
- ⑤ ZAHORRA ARTIFICIAL (30 cm.)
- ⑥ SUELO SELECCIONADO (s2) (35 cm.)
- ⑦ TERRENO NATURAL

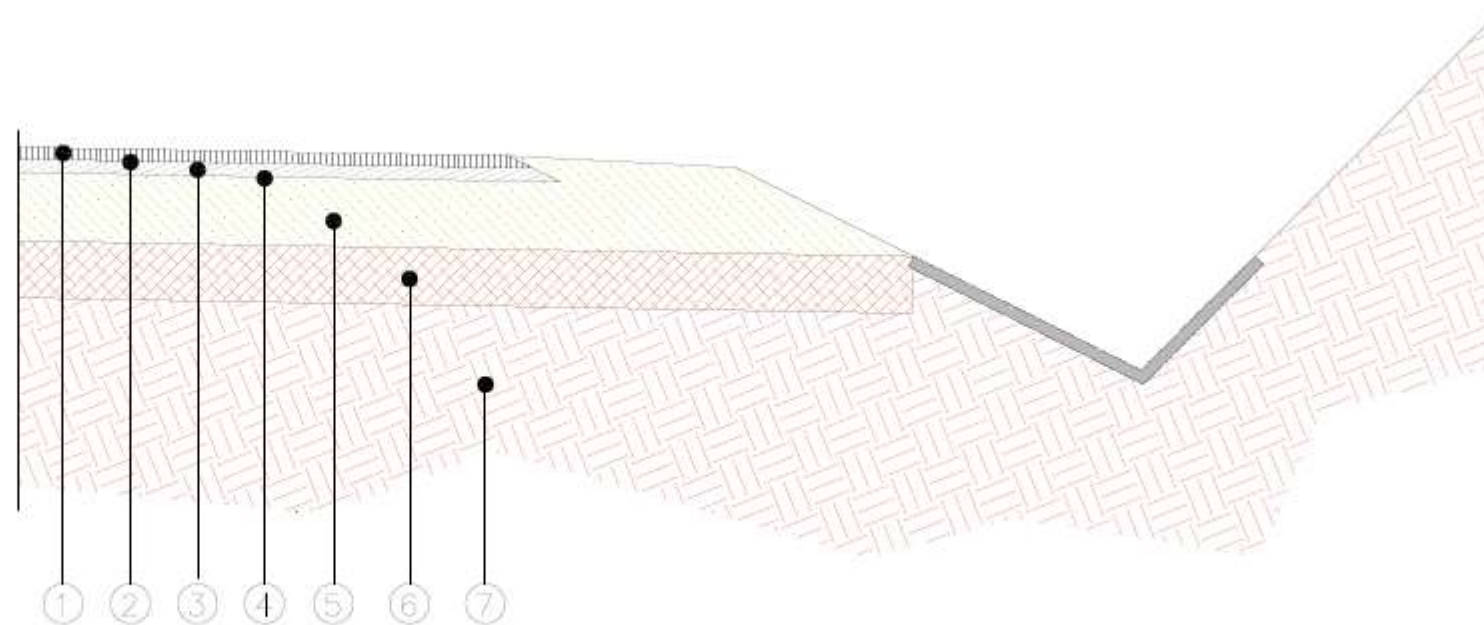


Figura 5. Esquema de la sección definida







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº6: DISEÑO GEOMÉTRICO

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE DISEÑO GEOMÉTRICO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	DISEÑO GEOMÉTRICO	3
2.1	Parámetros de Diseño	3
2.1.1	Velocidad de proyecto.....	3
2.1.2	Trazado en planta.....	3
2.1.3	Trazado en alzado.....	5
2.1.4	Coordinación planta alzado.....	6
2.1.5	Sección transversal.....	6
2.1.6	Sobreanchos	7
3	ANÁLISIS DEL TRAZADO ACTUAL.....	7
4	PROPUESTA DE ALTERNATIVAS	8
4.1	Alternativa 0	8
4.2	Alternativa 1	9
4.3	Alternativa 2	11
4.4	Resumen de Alternativas.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Restricciones del peralte. Fuente: Elaboración propia	3
Tabla 2:	Coefficiente de rozamiento transversal máximo movilizado. Fuente: Tabla 4.3. Norma 3.1-IC "Trazado" ..	4
Tabla 3:	Relación velocidad de proyecto – Radio mínimo – Peralte máximo. Fuente: Tabla 4.4. Norma 3.1-IC "Trazado"	4
Tabla 4:	Valores de J asociados a cada velocidad específica. Fuente: Tabla 4.6. Norma 3.1-IC "Trazado"	4
Tabla 5.	Valores de inclinación máxima en rampas y pendientes. Fuente: Norma 3.1-IC "Trazado"	5
Tabla 6.	Parámetros mínimos de los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada. Fuente: Norma 3.1-IC "Trazado".....	6
Tabla 7.	Dimensiones de la sección transversal. Fuente: Tabla 7.1. Norma 3.1-IC "Trazado"	6
Tabla 8.	Estado de Alineaciones de la Alternativa 0	8
Tabla 9.	Resumen de características geométricas de la alternativa 0	8
Tabla 10.	Estado de alineaciones curvas, Alternativa 1	9
Tabla 11.	Resumen de características geométricas de la alternativa 1	11
Tabla 12	Resumen de características geométricas de la Alternativa 2	12
Tabla 13.	Estado de alineaciones de la Alternativa 2.	12





1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se pretenden definir el trazado geométrico de las 2 alternativas propuestas para la ampliación de un carril adicional en rampa en la carretera A-228 entre los P.K. 23+300 y P.K. 28+800. Términos municipales de Mora de Rubielos y Alcalá de la Selva.

En primer lugar, se obtiene la cartografía sobre la que se proyectan las diferentes alternativas. Tras definirla se definen los principales parámetros de diseño de trazado. Posteriormente se evalúa el trazado actual según la normativa vigente para establecer aquellos tramos que requieran de una modificación.

Tras definir aquellos tramos que incumplen la normativa se definen las dos alternativas diseñadas, justificando las decisiones planteadas para el trazado geométrico de las mismas.

2 DISEÑO GEOMÉTRICO

Tanto el diseño de trazado de las dos alternativas como la evaluación del trazado de la carretera actual se han llevado a cabo en base a la siguiente normativa:

Instrucción de carreteras, Norma 3.1-IC "Trazado", FOM/273/2016, de 19 de febrero.

2.1 Parámetros de Diseño

A continuación, se muestran los principales parámetros requeridos para el diseño de las dos alternativas propuestas, según la Instrucción de carreteras, Norma 3.1-IC "Trazado", FOM/273/2016, de 19 de febrero

2.1.1 Velocidad de proyecto

El trazado de una carretera se define en relación directa con la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de comodidad y seguridades aceptables. De manera que la velocidad de proyecto se define como aquella que permite definir las características geométricas mínimas, en condiciones de comodidad y seguridad. Siendo la velocidad específica como la máxima que puede mantenerse a lo largo de un elemento o trazado considerando aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a dicha velocidad.

La velocidad de proyecto establecida para el diseño de la alternativa 1 es de 40 km/h, ya que una velocidad mayor supondría una modificación del trazado considerable con el sobrecoste correspondiente.

Por otro lado, para la alternativa 0 no se ha considerado una velocidad de proyecto específica, puesto que se ha diseñado según el trazado actual ampliando un carril adicional en rampa. Cabe destacar que el trazado actual incumple en gran parte la normativa vigente puesto que su fecha de construcción es anterior a la normativa de trazado vigente.

2.1.2 Trazado en planta

En este apartado se resumen los principales parámetros que componen el trazado en planta, así como los valores que deben adoptar según la normativa vigente para la velocidad de proyecto establecida.

2.1.2.1 Alineaciones Rectas

La alineación recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras convencionales para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento. Sin embargo, se requiere de unas restricciones en cuanto a su longitud para evitar problemas relacionados con el cansancio, el deslumbramiento, excesos de velocidad, etc.

Las limitaciones mencionadas dependen de la velocidad de proyecto y son las siguientes:

- Longitud mínima para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario): $L_{mín,s} = 1,35 \cdot V_p = 1,35 \cdot 40 = 55,6$ m
- Longitud mínima para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido): $L_{mín,o} = 2,78 \cdot V_p = 2,78 \cdot 40 = 111,2$ m
- Longitud máxima: $L_{máx} = 16,7 \cdot V_p = 16,7 \cdot 40 = 668$ m

2.1.2.2 Curvas circulares

Una vez fijada la velocidad de proyecto, se determina el radio mínimo en función de:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud
- La coordinación del trazado en planta y alado.

El peralte (p) en tanto por ciento (%) se establece de acuerdo con los siguientes criterios:

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	$850 \leq R \leq 1050$	8
		$1050 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,96 * (1 - \frac{1050}{R})^{1,2}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	$250 \leq R \leq 700$	8
		$700 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,3 * (1 - \frac{700}{R})^{1,3}$
		$5000 \leq R \leq 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2500$	$7 - 6,6 * (1 - \frac{350}{R})^{1,9}$
		$2500 \leq R \leq 3500$	2
		$3500 \leq R$	Bombeo

Tabla 1 Restricciones del peralte. Fuente: Elaboración propia

Para describir el comportamiento de un vehículo que circula por una curva circular se considera un modelo consistente en establecer su equilibrio transversal como sólido rígido, que recorre dicha curva circular en planta a velocidad constante, prescindiendo del efecto del sistema de suspensión.

Según este modelo, la velocidad de la curva circular, el radio, el coeficiente de rozamiento transversal movilizado y el peralte se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$V^2 = 127 * R * (f_t + \frac{\rho}{100})$$



Siendo:

$$V = \text{Velocidad} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

R = Radio de la circunferencia (m)

f_t = coeficiente de rozamiento movilizado

ρ = peralte (%)

En la tabla siguiente se muestran los valores máximos del coeficiente transversal movilizado asociados a cada velocidad específica.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Ft,max	0,18	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Tabla 2: Coeficiente de rozamiento transversal máximo movilizado. Fuente: Tabla 4.3. Norma 3.1-IC "Trazado"

El radio deducido de la expresión anterior constituye el mínimo admisible en el diseño de la curva circular. Se adoptará como velocidad específica (V_e) de cada una de las curvas circulares que forman parte de un tramo la correspondiente a la velocidad de proyecto (V_p) de dicho tramo.

En la siguiente tabla se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos asociados a las diferentes velocidades de proyecto.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	GRUPO 3	
	C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 Y C-40	
	Radio Mínimo (m)	Peralte Máximo (%)
90	350	7,00
80	265	7,00
70	190	7,00
60	130	7,00
50	85	7,00
40	50	7,00

Tabla 3: Relación velocidad de proyecto – Radio mínimo – Peralte máximo. Fuente: Tabla 4.4. Norma 3.1-IC "Trazado"

2.1.2.3 Curva de acuerdo

El objetivo de las curvas de acuerdo es evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, de manera, que en su diseño ofrecen las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos de trazado.

Se adoptará la siguiente ecuación como forma de la curva de acuerdo de la clotoide:

$$R * L = A^2$$

Siendo:

R = Radio de la curvatura en un punto cualquiera

L = Longitud de la urva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R

A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las siguientes limitaciones:

- **Limitación I: Variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.**

La variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte deberá limitarse a un valor J aceptable desde el punto de vista de la comodidad.

Considerando a efectos de cálculo que la clotoide se recorre a una velocidad constante, igual a la velocidad específica de la curva circular asociada al radio menor, el parámetro deberá cumplir:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o * V_e}{46,656 * J} * \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 * \frac{(p_o - p_1)}{\left(1 - \frac{R_o}{R_1}\right)} \right]}$$

Siendo:

V_e = Velocidad específica de la curva circular asociada de menor radio $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$

J = Variación de la aceleración centrífuga $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^3} \right)$

R_1 = Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m)

R_o = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m)

P_1 = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio mayor (%)

P_2 = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor (%)

Lo que supone una longitud mínima de la clotoide en metros según la siguiente expresión:

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 * J} * \left[\frac{V_e^2}{R_o} * \left(1 - \frac{R_o}{R_1} \right) - 1,27 * (P_o - P_1) \right]$$

En la siguiente tabla se muestran los diferentes valores de J asociados a las velocidades específicas. Cabe destacar que solo se utilizará los valores de J_{máx} cuando suponga una economía tal que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, en detrimento de la comodidad.

$V_e \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$	$V_e < 80$	$80 \leq V_e \leq 100$	$100 \leq V_e \leq 120$	$V_e \geq 120$
$(J) \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^3} \right)$	0,5	0,4	0,4	0,4
$(J_{\max}) \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^3} \right)$	0,7	0,6	0,5	0,4

Tabla 4: Valores de J asociados a cada velocidad específica. Fuente: Tabla 4.6. Norma 3.1-IC "Trazado"

Para los casos más habituales en el que la clotoide une una alineación recta ($R_1 = \infty$ y $P_1 = 0$) y una curva circular (R_o y P_o), se disponen de las siguientes fórmulas simplificadas de A_{\min} y L_{\min} :

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o * V_e}{46,656 * J} * \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 * P_o \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 * J} * \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 * P_o \right]$$



Limitación II: Transición en el peralte

Es necesario limitar la variación longitudinal de la pendiente transversal en la transición del peralte por razones de comodidad en la conducción.

A partir del borde de la sección transversal que soporta mayor variación longitudinal de la pendiente transversal, se establece la longitud mínima en la que se debe efectuar la transición del peralte de manera que no se supere el valor del gradiente de la pendiente transversal. Con todo ello, se debe cumplir la siguiente ecuación:

$$\bar{V}_{ip} = 0,86 - 0,004 * V_p$$

Siendo:

\bar{V}_{ip} = Gradiente de la pendiente transversal

V_{ip} : Velocidad de proyecto ($\frac{km}{h}$)

Dado que en general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), la longitud de la transición del peralte y, consecuentemente, la longitud de la clotoide tendrá un valor mínimo definido por la expresión:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\bar{V}_{ip}} * B * k$$

Siendo

L_{min} = Longitud mínima de transición del peralte (m)

p_f = Peralte final con su signo (%)

p_i = Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%)

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)

K = Factor de ajuste, función del número de carriles que giran

Consecuentemente, el valor de A_{min} será:

$$A_{min} = \sqrt{R * B * k * \frac{|p_f - p_i|}{\bar{V}_{ip}}}$$

Limitación III: Condiciones de percepción visual.

La presencia de una curva de transición debe de ser fácilmente perceptible por un conductor. Por ello debe cumplirse lo siguiente:

- o Variación de acimut entre extremo de clotoide $\geq 1/18$ radianes
- o Retranqueo de la curva circular ≥ 50 cm

Es decir;

$$L_{min} = \frac{R_o}{9} \Rightarrow A_{min} = \frac{R_o}{3}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * R_o} \Rightarrow A_{min} = (12 * R_o^3)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

L_{min} = Longitud (m)

R_o = Radio de la curva circular (m)

Por otro lado, es recomendable que la variación del acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide:

$$L_{min} = \frac{\pi * \Omega}{500} * R_o \Rightarrow A_{min} = R_o * \sqrt{\frac{\pi * \Omega}{500}}$$

Siendo:

L_{min} = Longitud (m)

R_o = Radio de la curva circular (m)

Ω = Ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon)

2.1.3 Trazado en alzado

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

A continuación, se describen los principales elementos que componen el trazado en alzado según normativa, y los límites definidos por la misma.

2.1.3.1 Inclinación de rasantes

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, función de la velocidad de proyecto, serán los siguientes:

VELOCIDAD DE PROYECTO (Vp) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Tabla 5. Valores de inclinación máxima en rampas y pendientes. Fuente: Norma 3.1-IC "Trazado"

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será menor que cinco décimas por ciento (0,5 %). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2 %). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5 %)

En los tramos de posible existencia de hielo en la calzada se procurará que la inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no sea superior al diez por ciento (10 %)



2.1.3.2 Acuerdos verticales

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una parábola simétrica de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 * K_v}$$

Siendo el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro".

Definiendo θ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo.

Para evitar la sensación en la conducción de circular por un "tobogán" se establecen parámetros mínimos en las curvas de acuerdo vertical debidos a diferentes consideraciones:

- Visibilidad, de parada y adelantamiento. Los parámetros mínimos son los siguientes.

PARÁMETROS MÍNIMOS DE LOS ACUERDOS VERTICALES PARA DISPONER DE VISIBILIDAD DE PARADA			
GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO	ACUERDOS CONVEXOS	ACUERDOS CONCAVOS
		Kv (m) Parada	Kv (m) parada
3	60	800	1650
	50	450	1160
	40	250	760

Tabla 6. Parámetros mínimos de los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada. Fuente: Norma 3.1-IC "Trazado"

- Percepción visual. La longitud de la curva de acuerdo vertical cumplirá la condición.

$$L \geq V_p$$

2.1.4 Coordinación planta alzado

La combinación del trazado en planta con el trazado en alzado en las zonas de influencia de un nudo y dentro del mismo deberá corresponder a unas trayectorias, materializadas en carriles, que deberán ser:

- Visibles con suficiente antelación.
- Perceptibles para la toma de decisión.
- Consistentes con los tramos contiguos.

El diseño de las vías que concurren en el nudo no se hará considerando simultáneamente parámetros mínimos en planta y alzado.

Se deberá realizar una simulación del trazado obtenido a través de las diferentes trayectorias posibles en el nudo para comprobar la coordinación entre elementos y, en particular, la percepción por el conductor de la señalización.

2.1.5 Sección transversal

Entre los elementos que constituyen la sección transversal de una carretera están la plataforma (carriles y arcenes) y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la siguiente tabla (Tabla 7.1 norma 3.1-IC).

DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (Vp) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectoras - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreaño correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

Tabla 7. Dimensiones de la sección transversal. Fuente: Tabla 7.1. Norma 3.1-IC "Trazado".



2.1.6 Sobreanchos

El ancho de los carriles en las curvas con radio inferior a doscientos cincuenta metros y para vehículos rígidos podrá ser estimado mediante la expresión:

$$3,5 + \frac{l^2}{2 * R}$$

Donde:

R= Radio de la curva horizontal en metros.

L= Longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras.

La transición entre el ancho de los carriles en recta y en curva se podrá realizar linealmente, en una longitud mayor o igual que treinta metros desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente el ancho de los carriles hasta alcanzar el sobreancho máximo estimado en el inicio de la curva circular. La ampliación del ancho del carril por el sobreancho en curvas se efectuará, salvo justificación en contrario, por el borde derecho del carril en el sentido de la marcha.

3 ANÁLISIS DEL TRAZADO ACTUAL

Una vez revisada toda la normativa necesaria para evaluar y definir el trazado geométrico de una carretera, se va a realizar un análisis del trazado actual de la carrera objeto de estudio.

Se trata de una carretera sinuosa, enclavada en un relieve montañoso, por lo que se ve marcada por curvas cerradas. El trazado se diseñó de acuerdo con una normativa desfasada, por lo tanto, si analizamos el trazado de acuerdo con la normativa vigente (Norma 3.1 -IC "Trazado"), veremos que prácticamente la mayoría de las alineaciones incumplen dicha normativa. Por ello, se va a evaluar el trazado actual, definiendo el tramo objeto de estudio, como una C-40 (carretera convencional con velocidad de proyecto de 40 km/h), ya que, según la normativa vigente, es la velocidad mínima con la que se pueden proyectar trazados geométricos de carreteras.

El análisis se va a ceñir exclusivamente en el diseño geométrico en planta, ya que, al tratarse de un trazado antiguo basado en una normativa desfasada, si estudiaran otros criterios como el alzado, habría que modificar la totalidad del tramo. Por lo tanto, se van a examinar los radios de los acuerdos en planta, dejando a un lado criterios como longitudes máximas y mínimas, coordinación planta-alzado, ángulos de giro, coordinación entre elementos sucesivos, etc.

Por lo tanto, se va a ceñir exclusivamente a evaluar el trazado en planta. Y, dentro de este campo, se examinarán los radios y parámetros A de clotoides definidos en el trazado actual, dejando a un lado, criterios como: longitudes máximas y mínimas, coordinación planta-alzado, ángulos de giro, coordinación entre elementos sucesivos, etc.

A continuación, se muestra los acuerdos que componen el trazado actual con los radios que los definen. De acuerdo con la normativa vigente, el radio mínimo de una carretera C-40 es 50 metros. Por lo tanto, se aprecian los acuerdos que incumplen normativa.

ALINEACIÓN	TIPO	PK	RADIO MIN	RADIO	¿CUMPLE?
2	CIRC.	23.161.878	50	350	si
4	CIRC.	23.299.465	50	1000	si
5	CIRC.	23.420.182	50	250	si
7	CIRC.	23.507.205	50	450	si
9	CIRC.	23.597.686	50	250	si
11	CIRC.	23.651.454	50	200	si
13	CIRC.	23.743.961	50	85	si
14	CIRC.	23.825.011	50	130	si
16	CIRC.	23.953.092	50	120	si
17	CIRC.	24.039.872	50	150	si
19	CIRC.	24.171.606	50	100	si
20	CIRC.	24.190.153	50	170	si
22	CIRC.	24.286.099	50	200	si
24	CIRC.	24.380.515	50	250	si
26	CIRC.	24.436.030	50	75	si
28	CIRC.	24.625.440	50	60	si
30	CIRC.	24.812.971	50	300	si
32	CIRC.	24.871.241	50	320	si
34	CIRC.	24.954.056	50	500	si
36	CIRC.	24.997.680	50	150	si
37	CIRC.	25.077.546	50	50	NO
39	CIRC.	25.280.481	50	110	si
41	CIRC.	25.496.293	50	250	si
43	CIRC.	25.556.640	50	31	NO
45	CIRC.	25.693.363	50	200	si
47	CIRC.	25.836.573	50	120	si
48	CIRC.	25.965.369	50	130	si
49	CIRC.	26.038.093	50	450	si
51	CIRC.	26.283.173	50	800	si
53	CIRC.	26.416.685	50	300	si
55	CIRC.	26.549.149	50	500	si
57	CIRC.	26.618.161	50	210	si
59	CIRC.	26.755.745	50	55	si
61	CIRC.	26.834.931	50	70	si
63	CIRC.	26.990.450	50	200	si
64	CIRC.	27.076.416	50	45	NO
66	CIRC.	27.157.509	50	150	si
67	CIRC.	27.198.501	50	120	si
69	CIRC.	27.259.893	50	250	si
71	CIRC.	27.466.280	50	500	si
73	CIRC.	27.594.368	50	180	si



74	CIRC.	27.647.017	50	400	si
75	CIRC.	27.749.369	50	400	si
77	CIRC.	27.889.052	50	200	si
78	CIRC.	27.957.228	50	200	si
80	CIRC.	28.100.544	50	700	si
82	CIRC.	28.230.086	50	250	si
84	CIRC.	28.423.655	50	150	si
86	CIRC.	28.514.674	50	250	si
88	CIRC.	28.566.946	50	90	si
89	CIRC.	28.620.826	50	100	si

Tabla 8. Estado de Alineaciones de la Alternativa 0

Tras examinar los radios de las curvas del trazado actual, el proyectista decide cuales son los acuerdos para mejorar:

- Alineación 37.
- Alineación 43
- Alineación 64.

En la siguiente imagen se muestra trazado en planta actual. Aparecen señalados los 3 acuerdos en los que a juicio del proyectista se debería de modificar el trazado para mejorar la funcionalidad y comodidad de la vía.

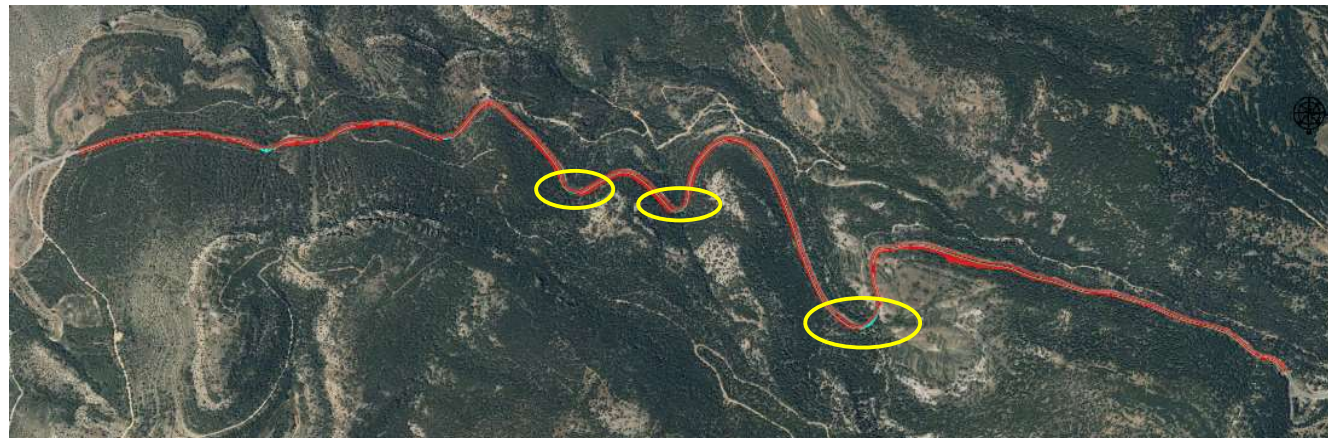


Figura 1. Trazado en planta actual del tramo objeto de estudio.

Una vez evaluado el trazado en planta, estamos en disposición de plantear las diferentes alternativas propuestas, sin necesidad de evaluar otros criterios.

4 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

En el anejo nº1: Estudio de Alternativas, se han descrito las 3 alternativas a desarrollar en el presente proyecto básico. En este anejo se profundiza en las alternativas desde el punto de vista geométrico. A continuación, se definen las 3 alternativas planteadas.

En los apéndices I, II y III se muestra el estado de alineaciones, estado de rasantes y puntos cada 50 metros de las 3 alternativas.

4.1 Alternativa 0

Esta alternativa mantiene el trazado actual y proyecta un carril adicional en rampa, modificando para ello la sección transversal: ampliando la plataforma para introducir el citado tercer carril en rampa. Por lo tanto, dispone del mismo estado de alineaciones que el trazado actual. Por otro lado, eleva la rasante 5 cm a través de una capa de regularización, para mejorar el firme de la calzada actual.

A continuación, se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado de la alternativa 0.

ALTERNATIVA 0		
	Velocidad de proyecto	40 km/h
	Longitud total	5692
PLANTA	Longitud en curva circular	3477,24
	Longitud en clotoide	117,271
	Longitud en recta	2098,31
	Longitud de la recta mas larga	155
	Radio max	1000
	Radio min	31
	Total curvas derecha	31
	Total curvas izquierda	20
	Total rectas	39
ALZADO	Pendiente máx	9,33%
	Pendiente mín	0,20%
	Acuerdo concavo max	*
	Acuerdo concavo min	*
	Acuerdo convexo max	*
	Acuerdo concavo min	*

Tabla 9. Resumen de características geométricas de la alternativa 0



Figura 2. Trazado en planta de la Alternativa 0.

4.2 Alternativa 1

Al igual que la alternativa anterior, se introduce un tercer carril de aceleración ampliando la plataforma y se eleva la rasante de la calzada 5 cm mediante una capa de regularización. Sin embargo, en este caso sí que se modifica el trazado. Se lleva a cabo una modificación del trazado de las 3 curvas señaladas en la figura 1, adecuándolas a una c-40, de acuerdo con la normativa vigente. Por lo tanto, se tiene en cuenta el criterio del proyectista y el cumplimiento de la normativa vigente.

En el resto de las alineaciones no se lleva a cabo ninguna modificación del trazado en planta ni en el alzado, ampliando únicamente la plataforma hasta obtener un tercer carril en rampa.

A continuación, se muestran en él los acuerdos de la alternativa 1. Se muestran los radios de cada acuerdo, y se aprecia la modificación de aquellos que tenían un radio inferior al mínimo (50m)

ALINEACIÓN	TIPO	PK	Radio	¿CUMPLE?
2	CIRC.	23162	350	SI
4	CIRC.	23299	1000	SI
5	CIRC.	23420	250	SI
7	CIRC.	23507	450	SI
9	CIRC.	23598	250	SI
11	CIRC.	23651	200	SI
13	CIRC.	23744	85	SI
14	CIRC.	23825	130	SI
16	CIRC.	23953	120	SI
17	CIRC.	24040	150	SI
19	CIRC.	24172	100	SI
20	CIRC.	24190	170	SI
22	CIRC.	24286	200	SI
24	CIRC.	24381	250	SI
26	CIRC.	24436	75	SI

28	CIRC.	24625	60	SI
30	CIRC.	24813	300	SI
32	CIRC.	24871	320	SI
34	CIRC.	24954	500	SI
36	CIRC.	24999	100	SI
37	CIRC.	25090	65	SI
39	CIRC.	25263	110	SI
41	CIRC.	25504	55	SI
42	CIRC.	25685	200	SI
44	CIRC.	25758	120	SI
45	CIRC.	25886	130	SI
46	CIRC.	25959	450	SI
48	CIRC.	26204	800	SI
50	CIRC.	26338	300	SI
52	CIRC.	26470	500	SI
54	CIRC.	26552	210	SI
55	CIRC.	26630	80	SI
56	CIRC.	26908	200	SI
57	CIRC.	26961	45	NO
59	CIRC.	27028	150	SI
60	CIRC.	27069	120	SI
62	CIRC.	27130	250	SI
64	CIRC.	27336	500	SI
66	CIRC.	27464	180	SI
67	CIRC.	27517	400	SI
68	CIRC.	27619	400	SI
70	CIRC.	27759	200	SI
71	CIRC.	27827	200	SI
73	CIRC.	27971	700	SI
75	CIRC.	28100	250	SI
77	CIRC.	28294	150	SI
79	CIRC.	28385	250	SI
81	CIRC.	28437	90	SI
82	CIRC.	28491	100	SI

Tabla 10. Estado de alineaciones curvas, Alternativa 1.



Finalmente, se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado de la alternativa 1

ALTERNATIVA 1		
	Velocidad de proyecto	40 km/h
	Longitud total	5292
PLANTA	Longitud en curva circular	3172
	Longitud en clotoide	554
	Longitud en recta	1835
	Longitud de la recta mas larga	155
	Radio max	1000
	Radio min	45
	Total curvas derecha	30
	Total curvas izquierda	19
	Total rectas	34
ALZADO	Pendiente máx	9,33%
	Pendiente mín	0,20%
	Acuerdo concavo max	3500
	Acuerdo concavo min	2
	Acuerdo convexo max	*
	Acuerdo concavo min	*

Tabla 11. Resumen de características geométricas de la alternativa 1.

4.3 Alternativa 2

Esta alternativa contempla el ensanchamiento de la calzada mediante la adición de un carril en rampa, al igual que las dos alternativas anteriores. Sin embargo, las principales características de esta alternativa son las siguientes:

- Proyecta un trazado de acuerdo con una carretera C-70 (velocidad de proyecto de 70 km/h), por lo que diseña un trazado completamente nuevo, el cual prácticamente no coincide con la traza actual, conllevando grandes movimientos de tierras. Además, a diferencia de la alternativa 1, se van a tener en cuenta todos los criterios de diseño del trazado en planta y alzado.
- A diferencia de las Alternativa 0 y 1, que proyectaban un paquete de firmes en el carril adicional formado por suelo seleccionado, zahorra y dos capas de mezcla bituminosa; esta proyecta el mismo paquete de

firmes pero en todo el ancho de la calzada, ya que en muchos tramos se modifica el trazado en planta. Esto conlleva con un recrecido de la rasante de la carretera y con grandes movimientos de tierras.

En la siguiente figura el paquete de firmes a disponer en la presente Alternativa.

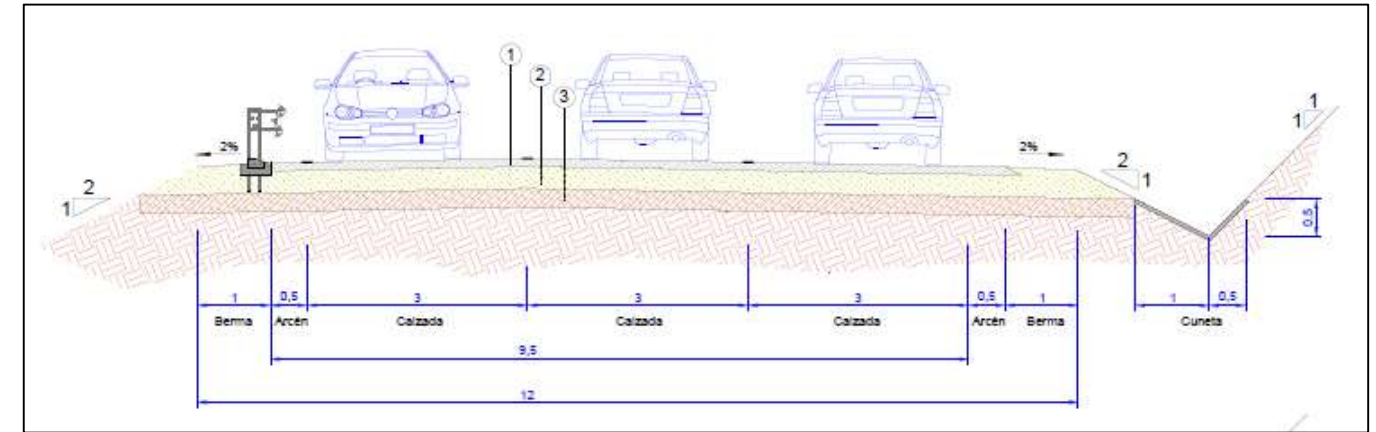


Figura 7. Paquete de firmes de la Alternativa 2

A continuación, se muestra un resumen de las principales características geométricas del trazado de la alternativa 2:

ALTERNATIVA 2		
	Velocidad de proyecto	70 km/h
	Longitud total	5292
PLANTA	Longitud en curva circular	2335,315
	Longitud en clotoide	1816,881
	Longitud en recta	1140,578
	Longitud de la recta mas larga	494
	Radio max	2500
	Radio min	100
	Total curvas derecha	10
	Total curvas izquierda	8
	Total rectas	7
ALZADO	Pendiente máx	8,12%
	Pendiente mín	0,19%
	Acuerdo concavo max	15000
	Acuerdo concavo min	5000



	Acuerdo convexo max	7500
	Acuerdo concavo min	1000

Tabla 12 Resumen de características geométricas de la Alternativa 2

De la tabla anterior, se substraee que el radio mínimo de los acuerdos es 190 metros, de manera que no habrá ninguno con un radio inferior.

En la siguiente tabla se muestran los acuerdos de tipología curva de la Alternativa 2, en ello se tendrá en cuenta la condición de radio mínimo de 190 metros.

ALINEACION	TIPO	PK	RADIO	¿CUMPLE?
2	CIRC.	23323	300	SI
3	CIRC.	23365	800	SI
4	CIRC.	23727	500	SI
5	CIRC.	24079	380	SI
6	CIRC.	24359	250	SI
7	CIRC.	24561	260	SI
8	CIRC.	24750	332	SI
9	CIRC.	24938	200	SI
10	CIRC.	25172	190	SI
11	CIRC.	25282	190	SI
12	CIRC.	25520	190	SI
14	CIRC.	26125	190	SI
15	CIRC.	26626	200	SI
17	CIRC.	27347	190	SI
18	CIRC.	27448	190	SI
20	CIRC.	27592	2500	SI
22	CIRC.	27883	190	SI
24	CIRC.	28301	100	NO

Tabla 13. Estado de alineaciones de la Alternativa 2.

De la tabla anterior, se aprecia la aparición de una curva que incumple la condición de radio mínimo. Se trata de la última curva del nuevo trazado, y conecta con el trazado actual. Ha resultado imposible proyectar un trazado en el que este último acuerdo cumpliera con la condición de radio mínimo sin que perjudicase al resto del trazado, ya que viene muy condicionado con su conexión el trazado actual.

A continuación, se muestra el trazado en planta de la Alternativa 2.



Figura 8. Trazado en planta de la Alternativa 2

En las siguientes figuras se puede apreciar los grandes movimientos de tierras necesarios para acometer la Alternativa 2.

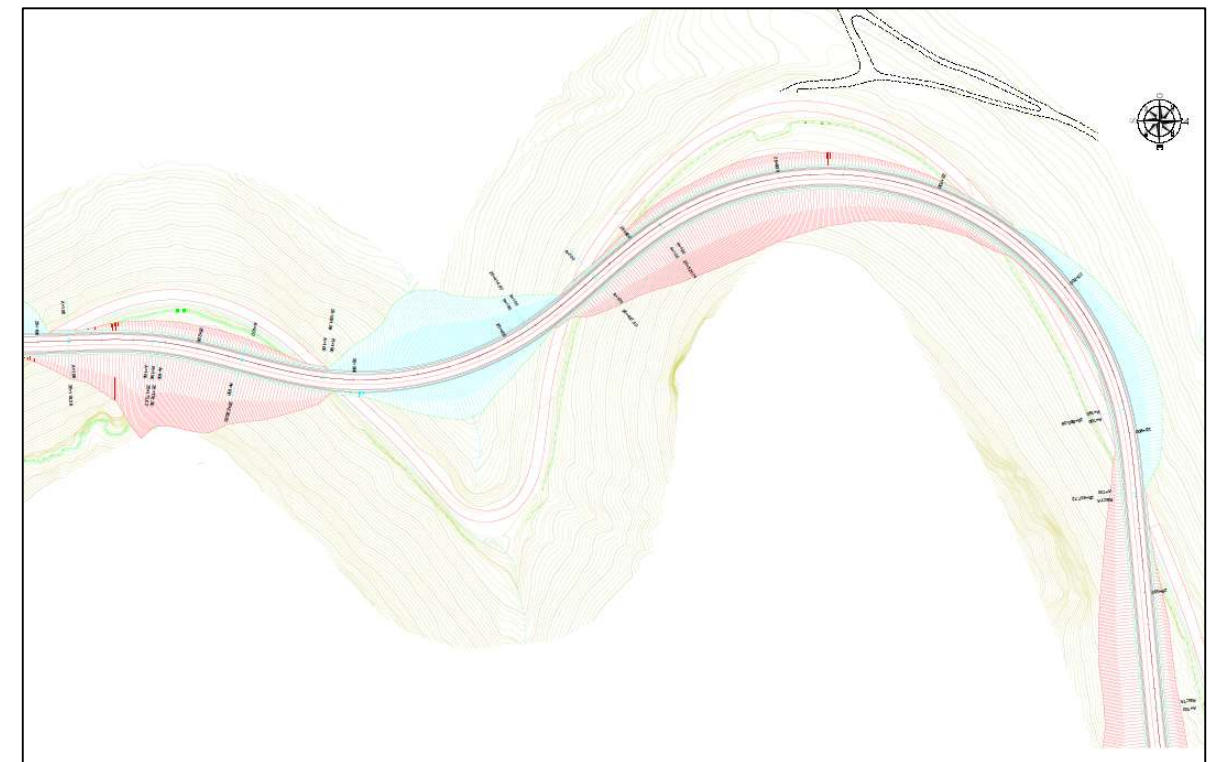


Figura 9. Trazado en planta de un tramo de la Alternativa 2.

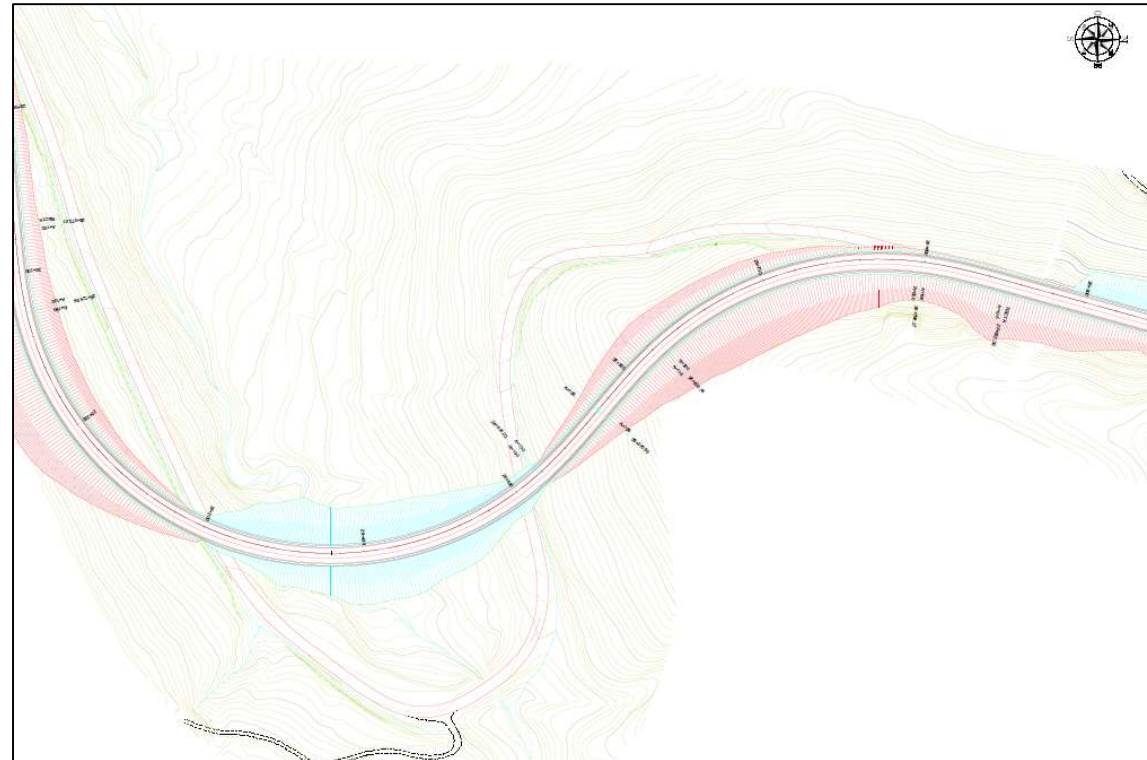


Figura 10. Trazado en planta de un tramo de la Alternativa 2

4.4 Resumen de Alternativas

A continuación, se muestra una figura en la que se superponen los trazados en planta de las 3 alternativas planteadas, para una mayor comprensión del diseño geométrico de las mismas.

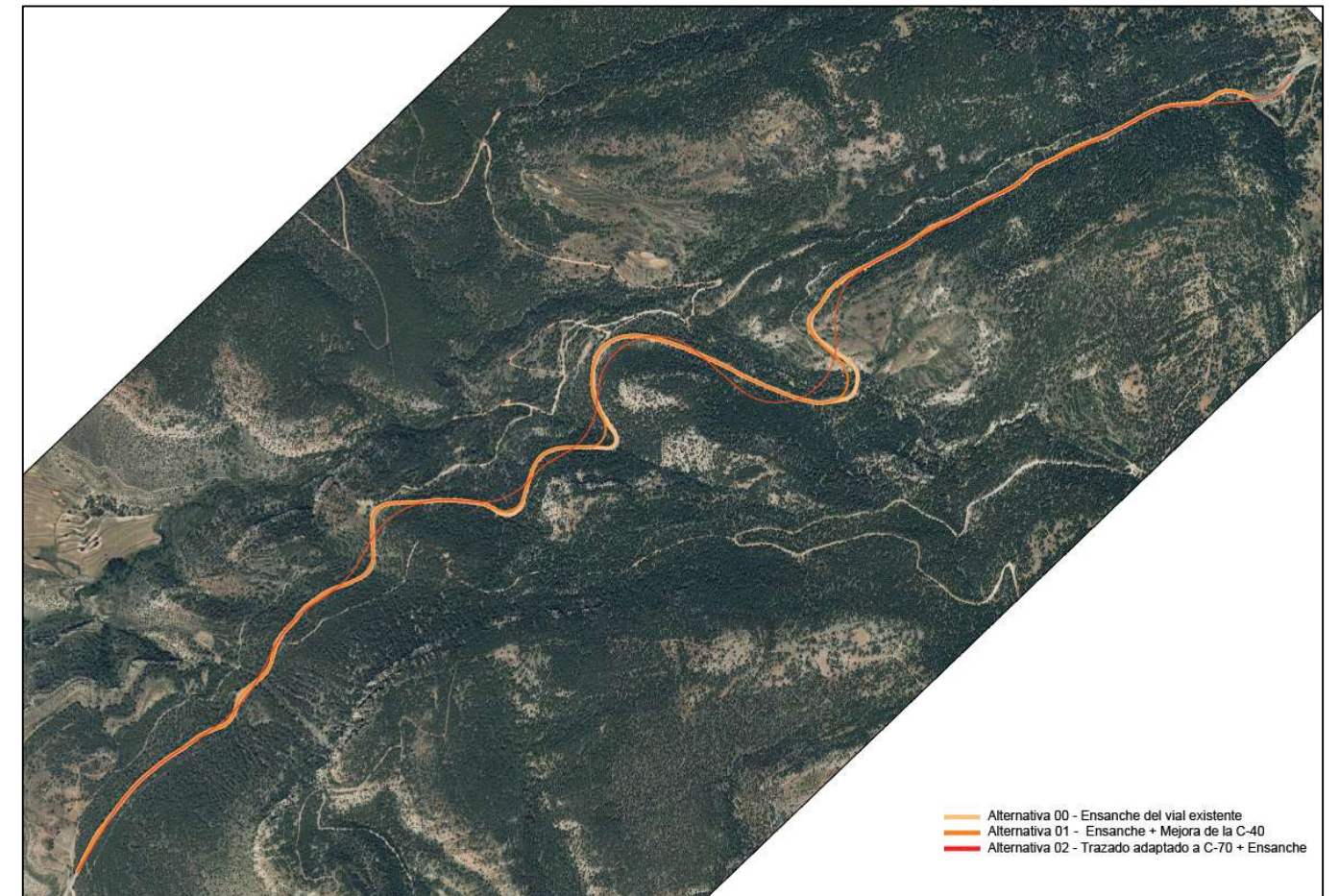


Figura 11. Esquema de las 3 alternativas planteadas.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº7: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel





ÍNDICE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	ESTUDIO DE VISIBILIDAD	3
2.1	Visibilidad de parada	3
2.2	Visibilidad de adelantamiento	4
3	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	5
3.1	Tipos de marcas viales	5
3.1.1	Marcas viales longitudinales discontinuas	5
3.1.2	Marcas longitudinales continuas	5
3.1.3	Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas	5
3.1.4	Marcas transversales	6
3.1.5	Flechas e inscripciones	6
3.1.6	Cebreados	6
3.1.7	Materiales a utilizar	6
3.2	Resumen señalización horizontal	6
4	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	7
4.1	GENERALIDADES	7
4.2	Tamaño de señales y carteles	7
4.3	Composición de carteles	7
4.4	Tamaño de postes	7
4.5	Color	7
4.6	Nivel de reflectancia	7
4.7	Criterios de implantación	8
4.8	Resumen de señalización vertical	8
5	BALIZAMIENTO	8
5.1	Hitos de aristas	8
5.2	Hitos numéricos	9
5.3	Paneles direccionales	9
6	DEFENSAS	9
6.1.1	Bordillos	9
6.1.2	Barreras de seguridad	9
6.2	Resumen de defensa	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Acceso a ganadería de reses bravas y fuente del Hortalán.	4
-----------	--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1.	Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado. Fuente: Norma 3.1-IC	3
Tabla 2.	Visibilidad de parada (sentido decreciente)	4
Tabla 3.	Visibilidad de parada (sentido creciente)	4
Tabla 4.	Distancias de adelantamiento Da1 . Fuente: Norma 3.1-IC	4
Tabla 5.	Distancias de adelantamiento Da2 . Fuente: Norma 3.1-IC	5
Tabla 6.	Visibilidad de adelantamiento	5
Tabla 7.	Tramos de adelantamiento permitidos.	5
Tabla 8.	Resumen de los tipos de marcas viales	6
Tabla 9.	Resumen señalización horizontal	6
Tabla 10.	Resumen medición marcas viales	6
Tabla 11.	Alturas típicas de los carteles	7
Tabla 12.	Colores en carteles flecha y carteles de orientación	7
Tabla 13.	Criterios para la selección de nivel mínimo de retroflexión. Fuente: Tabla 7 de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical	8
Tabla 14.	Resumen señalización horizontal necesaria.	8
Tabla 15.	Cuadro de distancia entre hitos. Fuente: Tabla 9 de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical	9
Tabla 16.	Resumen Hitos numéricos.	9
Tabla 17.	Resumen de biondas de seguridad metálica dis	9





1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo se refiere a las marcas viales, señalización, balizamiento y defensa necesarios para conseguir el grado máximo de seguridad, eficacia y comodidad en la circulación de los vehículos, tanto en lo que se refiere a señales para la orientación del usuario como en lo relativo a barreras de seguridad y control de accesos.

Los elementos que intervienen corresponden con: marcas viales, señalización vertical, balizamiento y defensa. Los dos primeros elementos tienen como misión primordial el informar a los usuarios de la vía, el tercero proporciona una orientación al conductor y el cuarto se centra en proporcionar a los usuarios una protección ante posibles accidentes. La VM considerada es de 90 km/h para el tramo objeto del proyecto.

El diseño de estos elementos se ha basado en el empleo de la normativa actualmente vigente.

En resumen, la normativa considerada, corresponde con la que a continuación se indica:

- “Instrucción 8.1-IC/ Instrucción de Carreteras sobre Señalización Vertical”. Ministerio de Fomento, mayo de 2014.
- “Norma de carreteras 8.2-I-C. Marcas Viales” (Ministerio de Fomento, marzo,1987).
- “Criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal (NS/2007)
- Criterios para la redacción de los proyectos de margas viales (NT de 30 de junio de 1998).
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal (diciembre 2012).
- Orden Circular 35/2014, de 19 de mayo de 2014, sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Orden Circular 309/90 C y E, de 15 de enero, sobre hitos de arista. Anulada parcialmente (criterios técnicos) por la Orden FOM 2543/2014 que aprueba el artículo 703 del PG-3.
- Nota de Servicio 2/2017 del Ministerio de Fomento, de 14 de febrero de 2017, sobre los carteles de los centros de conservación y explotación y otras instalaciones, el rotulado y equipamiento de señalización de los vehículos de conservación y algunos elementos de balizamiento habituales en la conservación de las carreteras de la red del Estado.

Dado que esta normativa admite cierto grado de libertad, dentro de un estrecho margen de, se ha proyectado la señalización, balizamiento y defensas, con criterios racionales, tratando de minimizar la colocación de elementos que puedan distorsionar la buena conducción de los usuarios, compatibilizando criterios de seguridad y claridad con los de aumentar en lo posible la capacidad de tráfico de las diferentes vías señalizadas.

2 ESTUDIO DE VISIBILIDAD

2.1 Visibilidad de parada

Una vez realizado el diseño del trazado de la carretera, se realiza un estudio de visibilidad. En primer lugar, se calcula la distancia de parada (D_p) necesaria para cada punto del trazado. Esta distancia se define como la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápido como sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_p = \frac{V * t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 * (f_i + i)}$$

Siendo:

- V: Velocidad (km/h)
- f_l : Coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.
- i: Inclinación de la rasante (en tanto por uno)
- t_p : Tiempo de percepción y reacción (s)

Los valores para el coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento en función de la velocidad al inicio de la maniobra de frenado vienen recogidos en la tabla siguiente. Al tratarse de una C-40, se utilizará un valor igual a 0,432.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_l	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Tabla 1. Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado. Fuente: Norma 3.1-IC

Aplicando la normativa, se calculará la distancia de parada utilizando la velocidad de proyecto de la carretera. Sin embargo, esta no es realmente la velocidad a la que se estima que circularán los conductores en cada uno de los elementos. Por tanto, se ha optado por realizar el análisis considerando la velocidad de operación, la cual se estima en 70 km /hora.

En segundo lugar, se procede a obtener la visibilidad en cada uno de los puntos con la ayuda de Istram. Se ha calculado, como indica la normativa, considerando:

- Altura de ojo: 1.10 metros.
- Altura de obstáculo: 0.50 metros.
- Distancia del eje: 2 metros.

Hay que destacar que el estudio de visibilidad de parada se ha llevado a cabo por la existencia de una pista a la cual se accede desde el inicio del tramo del presente proyecto básico. Esta pista es muy transitada los fines de semana debido a que da acceso a una ganadería de reses bravas y a un recreativo llamado Fuente del Hortalán.



Figura 1. Acceso a ganadería de reses bravas y fuente del Hortalan.

Una vez calculadas las distancias de parada para velocidad operación y las visibilidades, se elaboran los siguientes gráficos.

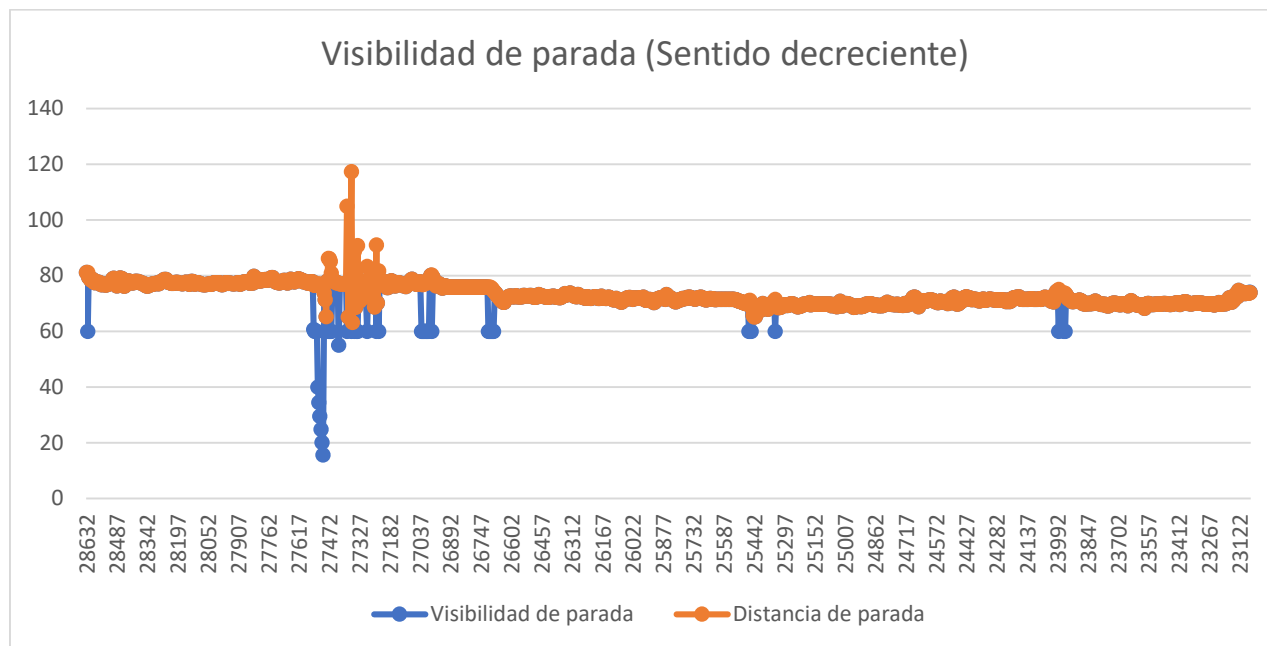


Tabla 2. Visibilidad de parada (sentido decreciente)

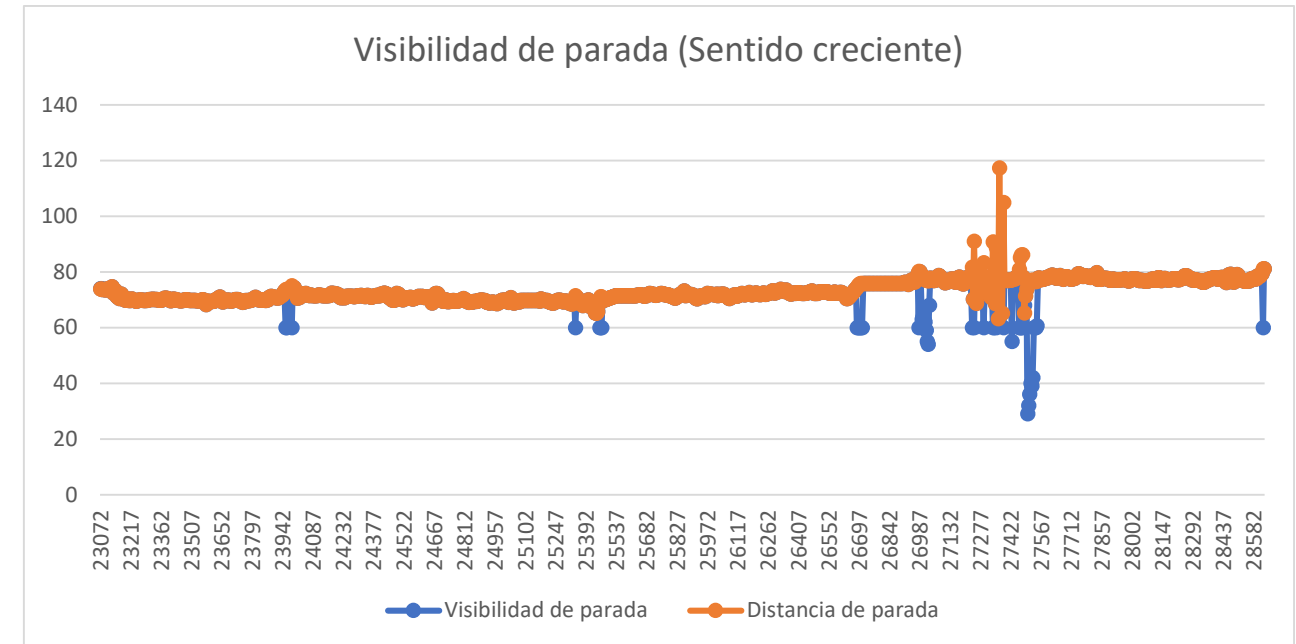


Tabla 3. Visibilidad de parada (sentido creciente)

Tras analizar las dos tablas, se concluye que en el inicio del tramo la visibilidad de parada es superior a la distancia de paradas para los dos sentidos de circulación, por lo que el acceso a la citada pista se puede realizar sin poner en peligro la seguridad vial.

2.2 Visibilidad de adelantamiento

En este apartado se va a realizar el estudio de la visibilidad de adelantamiento en sentido decreciente, ya que en el sentido creciente al disponer de un carril adicional no es necesario incorporar tramos de adelantamiento.

La norma 3.1-IC establece que los tramos de adelantamiento permitidos se obtienen a partir de los resultados obtenidos en el estudio de visibilidad. A su vez, estos tramos vendrán limitados por las distancias de adelantamiento. Da1 y Da2.

Da1 representa la visibilidad límite, por debajo de la cual el adelantamiento dejará de estar permitido. Por otro lado, Da2 indica la visibilidad mínima requerida para que se pueda iniciar la línea discontinua. Por lo tanto, al igual que en el caso de la visibilidad de parada, se estima que la velocidad de operación es de 60 km/hora. Por ello, el eje discontinuo se iniciará cuando la visibilidad supere los 220 metros y finalizará al alcanzar un valor inferior a 100m.

Además, se prohibirá el adelantamiento en aquellos tramos de eje discontinuo con una longitud menor a 220m.

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a1} (m)	50	75	100	130	165	205	250

Tabla 4. Distancias de adelantamiento Da1. Fuente: Norma 3.1-IC



V _p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D _{a2} (m)	150	180	220	260	300	340	400

Tabla 5. Distancias de adelantamiento Da2. Fuente: Norma 3.1-IC

A continuación se muestran las gráficas con los resultados obtenidos.

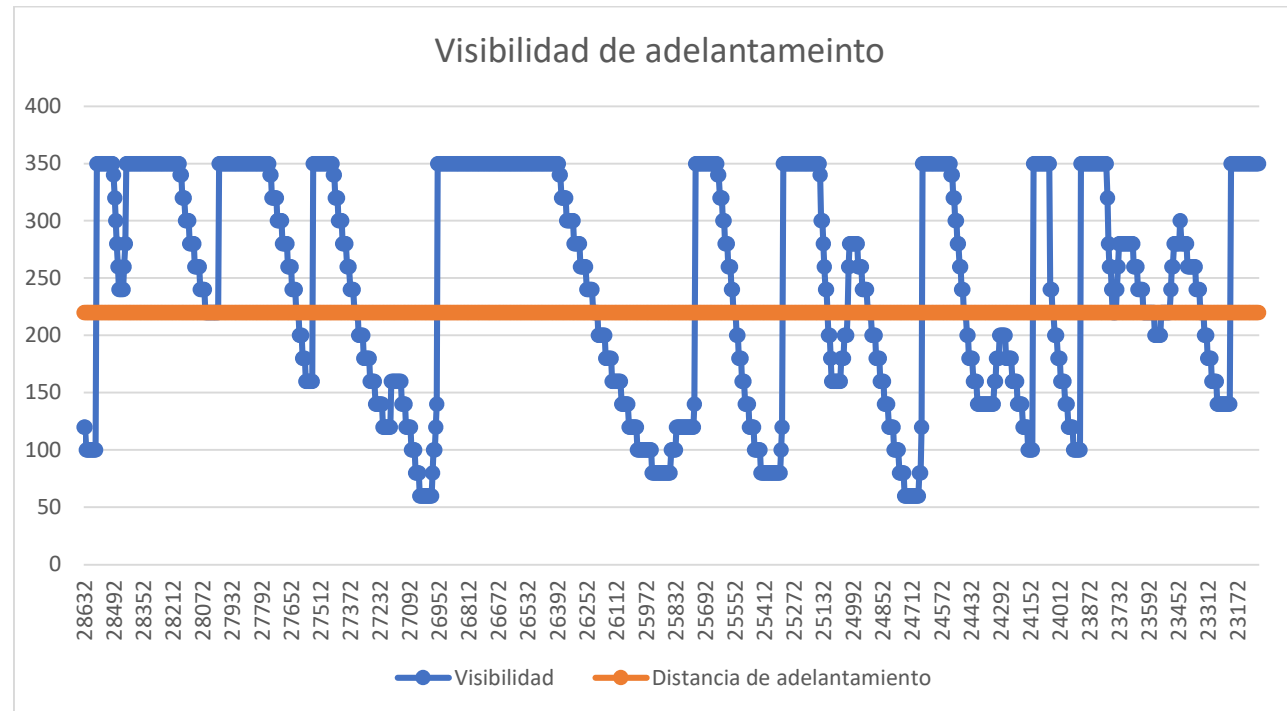


Tabla 6. Visibilidad de adelantamiento

De la gráfica anterior se pueden obtener los tramos de adelantamiento permitidos. Se recogen en la siguiente tabla:

TRAMOS CON ADELANTAMIENTO PERMITIDO

PK INI	PK fin
28572	27617
26957	26202

Tabla 7. Tramos de adelantamiento permitidos.

De la tabla anterior se concluye que los tramos de adelantamiento permitidos coinciden prácticamente con los actuales. Esto hecho era el esperado, ya que en la alternativa 1 únicamente se incorpora un carril adicional, lo cual mejora escasamente la visibilidad en el sentido decreciente.

3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

El Proyecto consta de planos en planta y alzado, en los que se han dibujado las marcas viales a pintar y planos de detalle en los que se han señalado las dimensiones y color de cada uno de los distintos tipos de marcas viales transversales, longitudinales, isletas, etc., indicándose en un cuadro adjunto, dentro de este Anejo, la situación en la traza. Las marcas viales se han proyectado de acuerdo con la norma 8.2-IC "Marcas Viales" de julio de 1987.

Para determinar los tramos en que no existe suficiente visibilidad de adelantamiento se han seguido la Instrucción 8.2.-I.C. de Marcas Viales y las Recomendaciones de Señalización del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Aragón.

Dada la I.M.D. de los tramos del Proyecto, se disponen todas las marcas viales reflectantes, a fin de contribuir a un mejor balizamiento nocturno de la carretera. Las marcas viales en la traza proyectada e intersecciones se dimensionan para una velocidad máxima comprendida entre 50 km/h y 100 km/h.

3.1 Tipos de marcas viales

A continuación, se muestran los diferentes tipos de marcas viales

3.1.1 Marcas viales longitudinales discontinuas

Estas marcas serán empleadas en cada uno de los siguientes casos:

- Marca: M-1.2. Se empleará en carreteras con velocidades entre 60 y 100 Km/h para separación de sentidos en calzada de dos carriles y doble sentido de circulación con posibilidad de adelantamiento. Se compone de una marca discontinua con trazos de 3,5 m y vanos de 9 m siendo el espesor del trazo de 10 cm.
- Marca: M-1.9. Preaviso de fin de zona en la que se permite el adelantamiento.
- Marca: M-1.12. Se empleará en carreteras con velocidades menores de 100 Km/h y arcén menor o igual que 1,5 metros para separación del borde de calzada y los accesos a la carretera. Se compone de una marca discontinua con trazos de 1 m y vanos de 2 m siendo el espesor del trazo de 15 cm.

3.1.2 Marcas longitudinales continuas

La necesidad de separar los carriles de circulación dentro de la misma calzada, así como la señalización de los márgenes, zonas excluidas al tránsito, etc. requiere el empleo de las siguientes tipologías de marcas viales:

- Marca: M-2.1. Se emplea para separar los sentidos de la circulación, evitando los adelantamientos en los ramales de enlace y otras carreteras convencionales, el ancho de esta marca será de 10 cm.
- Marca: M-2.6. Se empleará en bordes de calzada, ramales de enlaces, en carreteras convencionales y en todo contorno de isleta infranqueable, con un ancho de 10 cm cuando el arcén exterior al borde de calzada que limita cuenta con un ancho menor de 1,5.

3.1.3 Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas

Estas marcas serán empleadas en cada uno de los siguientes casos:

- Marca: M-3.2. Se empleará en carreteras con velocidades menores de 100 Km/h y arcén menor o igual que 1,5 metros para separación de carriles y regulación del adelantamiento. Se compone de una marca continua y otra discontinua con trazos de 3,5 m y vanos de 9 m siendo el espesor del trazo de 10 cm, y la separación entre las líneas longitudinales de 10 cm.



3.1.4 Marcas transversales

En este proyecto no hay marcas de este tipo.

3.1.5 Flechas e inscripciones

Corresponde este tipo de señalización con aquellas marcas o inscripciones que se realizarán en cada caso concreto, las mismas tienen como objeto la indicación de los movimientos permitidos u obligados en cada caso concreto, las marcas incluidas en el presente proyecto corresponden con:

- o Marca: M-5.5. Flecha de retorno para preaviso de fin de zona en la que se permite el adelantamiento.

3.1.6 Cebreados

Las zonas de la calzada marcadas con franjas oblicuas paralelas, enmarcadas por una línea continua o por líneas discontinuas, significa que ningún vehículo puede penetrar en esta zona a no ser, si las líneas son discontinuas, que puedan realizarlo sin peligro con tal de girar para acceder a una vía transversal situada al lado opuesto de la calzada.

Su función es la de aumentar la visibilidad de la zona de la calzada excluida a la circulación de vehículos y al mismo tiempo indicar de qué lado tendrán que desviarse los vehículos para evitar un obstáculo o realizar una maniobra de convergencia o divergencia. En el presente proyecto no hay marcas de este tipo.

3.1.7 Materiales a utilizar

Los tipos de pinturas a utilizar en la presente obra serán tipo acrílico para las marcas viales tanto longitudinales como transversales. En símbolos, inscripciones y cebreados se emplearán pinturas termoplástico. Las características de los materiales empleados serán las especificadas en la UNE 132 200.

Todas las marcas viales serán reflexivas. La reflectancia se consigue mezclando las microesferas de río con la pintura. La granulometría de las microesferas está definida en el Pliego de Condiciones.

A continuación, se resume en la tabla siguiente la tipología de materiales a emplear, para la fabricación de pinturas.

LOCALIZACIÓN	MARCA	SECUENCIA		ANCHO	TIPO DE PINTURA
		Trazo (m)	Vano (m)		
Aceleración	M-1.7	Discontinua		0,30	Acrílica
Separación de carriles	M-2.1	Continua		0,15	Acrílica
Borde de calzada	M-2.6	Continua		0,15	Acrílica
Separación adelantamiento	M-3.2	Discontinua		0,10	Acrílica

Tabla 8. Resumen de los tipos de marcas viales

3.2 Resumen señalización horizontal

En la tabla siguiente se recogen los metros lineales de cada pintura necesaria a emplear en el proyecto básico.

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
M-1.7	5295 ml
M-2.1	5292 ml
M-2.6	10584 ml
M-1.2	1710 ml

Tabla 9. Resumen señalización horizontal.

Teniendo en cuenta las características de cada tipo de marca vial y del número de ejes a pintar, se descompone los metros lineales de pintura de la siguiente pintura para desarrollar el presupuesto.

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Pintura De ancho 10 cm	1710 ml
Pintura de ancho 15 cm	15876 ml
Pintura de ancho 30 cm	5290 ml

Tabla 10. Resumen medición marcas viales



4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

4.1 GENERALIDADES

La señalización vertical se ha proyectado reflexiva, figurando en los planos de planta, referenciando por un código, las señales en el punto donde deben instalarse, indicando el texto y el tipo de señal. En los planos de detalles, se muestran las dimensiones de los distintos tipos de señales y sus elementos de sustentación.

La señalización se ha efectuado de acuerdo con la Norma del Ministerio de Fomento, dada por la Dirección General de Carreteras: Instrucción 8.1-I.C./1999 - SEÑALIZACIÓN VERTICAL, aprobada el 28 de Diciembre de 1999 y publicada en el B.O.E. de 29 de Enero de 2000, así como su catálogo "Señales Verticales de Circulación", Tomos I y II publicados en Marzo y Junio de 1992, el Reglamento General de Circulación aprobado por Real Decreto 13/1992, de 17 de Enero, y las Recomendaciones de Señalización Vertical del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Aragón.

4.2 Tamaño de señales y carteles

Las señales de tráfico utilizadas en el presente Proyecto se pueden agrupar en las siguientes clases y grupos.

- Clase P.- Señales de Peligro (forma triangular).
- Clase R.- Señales de Reglamentación (forma circular).
 - Grupo 000 - Señales de Prioridad.
 - Grupo 300 - Señales de Prohibición o Restricción.
 - Grupo 400 - Señales de Obligación.
 - Grupo 500 - Señales de fin de Prohibición o Restricción.
- Clase S.- Señales de indicación (forma rectangular)
 - Grupo 200 - Señales de Orientación Preseñalización.
 - Grupo 300 - Señales de Dirección.
 - Grupo 800 - Paneles complementarios.

Las dimensiones para las señales proyectadas en el presente Proyecto son:

- Tronco.
 - Señales de advertencia de peligro. - Triangulares de 1.350 mm de lado.
 - Señales de reglamentación. - Circular de 900 mm de diámetro.
 - Señal de STOP. - Octogonal de 900 mm de apotema.
- Intersecciones, acceso caminos y travesías.
 - Señales de advertencia de peligro.- Triangulares de 900 mm de lado.
 - Señales de reglamentación. - Circular de 600 mm de diámetro.
 - Señal de STOP. - Octogonal de 600 mm de apotema.
 - Señales de indicación. - Cuadrangulares de 900x900 mm.

Los carteles de orientación se dimensionan mediante un programa informático propio basado en la altura básica (Hb) y el alfabeto "CCRIGE" para los carteles de carretera convencional e intersecciones.

4.3 Composición de carteles

Los carteles de orientación se dimensionan a partir de la altura básica (Hb) de la letra mayúscula o el número de mayor tamaño en un cartel o, si no hubiere, la de la letra mayúscula correspondiente a la minúscula de mayor tamaño.

Las alturas básicas en mm, empleadas para la composición de carteles en el presente Proyecto son:

TIPO CLASE	CARTELES FLECHA	CARTELES LATERALES	POBLACIÓN	LOCALIZACIÓN		PANELES COMPLEMENTARIOS
				Puntos característicos	Otros Puntos	
Tronco	100	200	200	150	100	100
Intersección	100	200	-	150	100	-

Tabla 11. Alturas típicas de los carteles.

4.4 Tamaño de postes

Las cimentaciones necesarias para la correcta colocación y sujeción de las señales verticales y carteles se dimensionan conforme al ANEXO 1 de la Norma 8.1-I.C. de Señalización Vertical de la Instrucción de Carreteras.

Las medidas de las cimentaciones de las señales verticales son función del tipo de señal y de la serie a la que corresponde. El cuadro de cimentaciones aparece en el plano de detalles de señalización.

El tamaño de postes para señales verticales y carteles viene determinado en el mismo ANEXO 1 de la Norma 8.1-I.C. de Señalización Vertical y se muestran en los correspondientes planos de detalles de señalización.

4.5 Color

El color de los textos, orlas, fondos y pictogramas quedan perfectamente reflejados en los planos de planta coincidiendo con la tabla de coordenadas cromáticas de la Comunidad Europea presentado en el tomo de Características de Señales Verticales de Circulación de la Dirección General de Carreteras.

Los cajetines, hitos y demás señales de identificación de las carreteras tendrán los siguientes colores:

- De carretera de la Red Comarcal: Fondo verde y letra blanca.

Los colores de las señales de destino y de los carteles de orientación tienen fondo blanco y los caracteres, orlas y flechas, color negro

COLORES EN CARTELES FLECHA Y CARTELES DE ORIENTACIÓN		
Clases de Carretera	Fondo	Caracteres, orlas y flechas
Convencional	Blanco	Negro

Tabla 12. Colores en carteles flecha y carteles de orientación

4.6 Nivel de reflectancia

Todos los elementos (fondo, caracteres, símbolos, flechas y pictogramas) de una señal, cartel o panel complementario, excepto los de color negro o azul oscuro, deberán ser retrorreflexivos en su color.

Hay tres niveles distintos de retrorreflectancia, cuyo nivel deberá ser siempre el mismo en todos los elementos del mismo cartel. Los niveles mínimos de reflectancia para señales y carteles de señalización vienen indicados en la Tabla 7 de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical, a saber:



TABLA 7.- CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL MÍNIMO DE RETRORREFLEXIÓN		
NIVELES DE REFLECTANCIA (según Instrucción 8.1-I.C.)		
Tipo de Señal o Cartel	Entorno de ubicación de la señal o cartel	
	Zona Periurbana (Travesías, etc.)	Carretera Convencional
Señales de Código	Nivel 2**	Nivel 1*
Carteles y paneles complementarios	Nivel 3	Nivel 2**

* En señales de advertencia de peligro, prioridad y prohibición de entrada deberá utilizarse necesariamente el nivel 2.

** Siempre que la iluminación ambiente dificulte su percepción donde se considere conveniente reforzar los elementos de señalización vertical y en entornos donde confluyan o diverjan grandes flujos de tráfico, intersecciones, glorietas, etc., deberá estudiarse la idoneidad de utilizar el nivel 3.

Tabla 13. Criterios para la selección de nivel mínimo de retroflexión. Fuente: Tabla 7 de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical

4.7 Criterios de implantación

Transversalmente las señales y carteles laterales en el tronco e intersecciones se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos dos metros y medio del borde exterior de la calzada (2,50 m), recomendándose una distancia mínima de 1,80 m y, en todo caso cincuenta centímetros del borde exterior del arcén (0,50 m).

El borde inferior de los carteles laterales o señales estará a una altura de 1,50 m de la rasante del extremo de la calzada en señales de diseño variable y 1,2 m en señales de diseño fijo.

En intersecciones en que pudiera constituir un obstáculo a la visibilidad, las señales de destino deben situarse a una altura sobre el nivel de la calzada superior a 1,2 m o inferior a 0,9 m.

Las señales de advertencia de peligro se colocarán a 200 m antes de llegar a la sección donde se encuentra el peligro, o pueda presentarse el peligro que presentan, excepto las señales de preaviso de STOP y CEDA EL PASO que se colocarán a 150 m.

Las señales de reglamentación se situarán, normalmente en la sección donde empiece su aplicación. La pre-señalización en intersecciones se hará por carteles laterales situados a 150 m. antes de la intersección.

Los destinos que se puedan alcanzar después de una convergencia serán confirmados a una distancia de 150 m de la intersección, siempre que su distancia al primer cartel de orientación de la siguiente divergencia sea mayor de 500 m. En cruces entre carreteras locales no se pondrán carteles de confirmación.

Antes de una entrada desde el ramal del enlace y en el margen derecho del tronco se colocará una señal P-1a o P-1b, según corresponda, a 200 m. antes de la punta de entrada. A continuación, y lo más cerca posible de la "punta", se colocará una señal R-400c.

Se pondrá una señal de preaviso a 150 m. de la R-1, si la longitud del ramal lo permite.

Las señales de circulación se colocarán en el margen derecho de la plataforma, o incluso en el margen izquierdo, si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha.

- Se duplicarán siempre en el margen izquierdo.
 - La señal R-305.
 - Toda señalización en puntos con índice de peligrosidad elevado.

Los carteles de preseñalización de intersección o glorieta se situarán en el margen derecho de la plataforma a modo de cartel lateral. Se deben situar aproximadamente 100 m antes de la incorporación de la glorieta. Para el resto de los criterios de implantación se ha de seguir las Recomendaciones de Señalización Vertical del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Aragón.

4.8 Resumen de señalización vertical

A continuación se muestra un resumen de las señales verticales previstas:

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Señal reflectiva cuadrada	2 uds
Señal reflectiva rectangular	13 uds
Señal reflectiva triangular	12 uds

Tabla 14. Resumen señalización horizontal necesaria.

5 BALIZAMIENTO

Para el estudio de las disposiciones de los hitos de arista se han seguido los criterios contenidos en la Orden Circular nº 309/90 C.E. "Sobre hitos de arista" publicado por la Dirección General de Carreteras el 15 de Enero de 1990.

Las características de los materiales a emplear y la morfología de los hitos de arista se definen en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

5.1 Hitos de aristas

Su función principal es la de poner en evidencia la distancia, el trazado de la vía. Es decir, distinguir a gran distancia las variaciones tanto planimétricas como altimétricas de la calzada, manteniendo su función en condiciones meteorológicas adversas por presencia de lluvia o niebla.

Se ha proyectado la instalación de hitos de arista situados a ambos lados de la carretera, con una interdistancia de 50 m. La ubicación deberá corresponder con múltiplo de 50 m según la progresiva, y uno de cada dos llevará inscrito el número correspondiente al hectómetro.

La altura del hito debe ser siempre de 0,45 m, y la longitud dependerá del lugar de anclaje. Si el anclaje se efectúa en tierra deberá empotrarse no menos de 0,5 m. Si el anclaje se efectúa en roca, hormigón u otro material de semejantes características, el hito se asegurará por medio de una pieza metálica galvanizada que garantice su inmovilidad.

Si el anclaje se efectúa sobre barrera metálica, el hito se asegurará por medio de una pieza metálica en su extremo interior. Si el hito se ancla a cualquier otro elemento, barreras rígidas, etc.) dispondrá de una pieza de fijación apropiada. El hito de arista se compone de tres partes:

- Poste
- Material reflexivo y franja negra
- Elementos de anclaje

El número que representa el hectómetro será del mismo material que la franja negra, y se colocará sobre la cara vista del hito.

El hito de arista proyectado es además un hectómetro, por lo que su implantación se realizará en primer



lugar coincidiendo con todos los hectómetros de la carretera (colocados dividiendo en 10 partes iguales la distancia entre dos hitos kilométricos sucesivos); inscribiendo en ese caso, en el lugar indicado en los planos, un número de 1 a 9 que indica el hectómetro de que se trata. No se colocarán hitos coincidentes con los kilómetros.

Una vez colocados todos los hectómetros, se procederá a colocar entre dos hectómetros sucesivos un número de arista, (iguales a los hectómetros, pero sin el número) variable entre 1 y 9 en función de la curva o recta de que se trate. En el tronco de la carretera el número de hitos de arista por kilómetro será de 18 por cada margen y calzada.

5.2 Hitos numéricos

Señalan el kilometraje de la vía y se sitúan en ambos bordes de la calzada, en las progresivas múltiplo de 1.000 m.

Radio (m)	Distancia (m)	Nº hitos por hm	1º hm contiguo	2º hm contiguo	3º hm contiguo	4º hm contiguo
<100	10	10	12	16	25	50
100-150	12	8	16	25	50	50
151-200	16	6	25	50	50	50
201-300	20	5	33	50	50	50
301-500	25	4	33	50	50	50
601-700	33	3	50	50	50	50
>700	50	2	50	50	50	50

Tabla 15. Cuadro de distancia entre hitos. Fuente: Tabla 9 de la Instrucción 8.1-I.C. de Señalización Vertical

A continuación, se muestran los hitos y placas kilométrico as reponer:

RESUMEN HITOS NUMÉRICOS	
Hito de arista tipo I	212 uds
Placa kilométrica de 40x40 cm	10 uds

Tabla 16. Resumen Hitos numéricos.

5.3 Paneles direccionales

Estos paneles tendrán fondo azul y trazos en "V" horizontal, siendo reflectantes en color blanco Señalarán la dirección de las curvas de mayor peligrosidad. Las medidas de los paneles serán de 1600x400 mm.

6 DEFENSAS

Las medidas de los paneles serán de 1600x400. La importancia de la vía objeto de este proyecto, hace necesaria la adopción de una serie de medida para garantizar la seguridad vial y disminuir la gravedad de un accidente por salida de calzada

6.1.1 Bordillos

En el presente proyecto básico no existe bordillos.

6.1.2 Barreras de seguridad

6.1.2.1 Consideraciones generales

El análisis de la peligrosidad de los diferentes tramos a lo largo de la vía determinará cuales quedarán afectados por la instalación de una barrera de seguridad, lo cual puede considerarse como un elemento de balizamiento, aunque tenga más importancia su componente de seguridad vial. Por ello las características exigidas a las barreras de seguridad, así como los criterios seguidos para su implantación corresponden en todos los casos con aspectos de seguridad vial.

La decisión que justifica la necesidad de su implantación a lo largo del trazado de la carretera, y de sus elementos funcionales, está condicionada por una serie de aspectos que determinan un índice de peligrosidad en zonas denominadas con tipo de accidente muy grave, grave o normal. En función de las características del trazado y de la sección transversal se obtienen unas distancias mínimas a un obstáculo que determina la necesidad de implantación de barrera de seguridad.

Los puntos característicos que suelen necesitar barrera de seguridad corresponden con zonas en las que exista cualquier obstáculo que se encuentre en las proximidades de la calzada

6.1.2.2 Criterios para su implantación y características de las barreras

La Orden Circular 28/2009 (Sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas) es la que el Ministerio de Fomento pone a disposición de los técnicos de carreteras para que les sirva de ayuda en la elección y en el diseño de dichos elementos.

En dichas recomendaciones se presentan diferentes sistemas de contención de vehículos, pero no se incluyen las barandillas o sistemas de contención para zonas de peatones para colocar en los márgenes de las carreteras o en las aceras sobre tableros de obras de paso o estructuras.

Este documento contiene un anexo denominado Catálogo de sistemas de contención de vehículos, en el cual se incluyen la descripción y justificación de los diferentes sistemas de contención de vehículos.

A partir del análisis realizado a cada una de las alineaciones que forman la unidad de ejecución objeto de estudio, se determinan los tramos en los que resulta necesario colocar barrera de seguridad metálica adicional a la existente.

Las barreras a disponer serán barreras metálicas simples del tipo BMSNA4/T, la cual se encuentra recogida en las fichas del Catálogo de sistemas de contención.

6.2 Resumen de defensa

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Barrera de seguridad metálica tipo BMSNA4/120bl	400 ml
Barrera de seguridad de protección de motoristas tipo BMSNA4/120c	150 ml

Tabla 17. Resumen de biondas de seguridad metálica dis





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

ANEJO Nº8: RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel



Anexo al Trabajo Fin de Grado/Máster

Relación del TFG/TFM “PROYECTO BÁSICO PARA LA AMPLIACIÓN DE UN CARRIL ADICIONAL EN RAMPA EN LA CARRETERA A-228 ENTRE LOS P.K. 23+300 AL 28+800. TÉRMINOS MUNICIPALES DE MORA DE RUBIELOS Y ALCALÁ DE LA SELVA (TERUEL)” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		X		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Descripción de la alineación del TFG/M con los ODS con un grado de relación más alto.

ODS 3. SALUD Y BIENESTAR

La seguridad vial va directamente ligada con la salud y el bienestar. La carretera actual presenta un trazado sinuoso que pone en apuros a la seguridad vial.

Las 3 alternativas de mejora del trazado del presente proyecto básico dotan a la carretera de una mayor funcionalidad y seguridad vial al modificar las curvas más cerradas.

ODS 8. TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.

La zona en la que se encuentra el tramo de carretera objeto del presente proyecto básico, destaca por su empobrecimiento económico debido principalmente a la despoblación.

Las alternativas propuestas mejoran la funcionalidad de la carretera y con ello la infraestructura de los municipios de alrededor, suponiendo una mejora de las conexiones de estos.

ODS 9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS:

La implantación de un carril adicional en rampa, así como la mejora de las curvas cerradas, mejora la funcionalidad de la vía, mejorando la circulación y evitando así grandes retenciones durante los fines de semana invernales, en los que una gran multitud se dirige a las pistas de esquí de Valdelinares.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Presentado por

Saura Carceller, Pablo

Curso: 2020/2021

Fecha: Septiembre 2021

Tutor: Arando Domingo, Jose Ángel

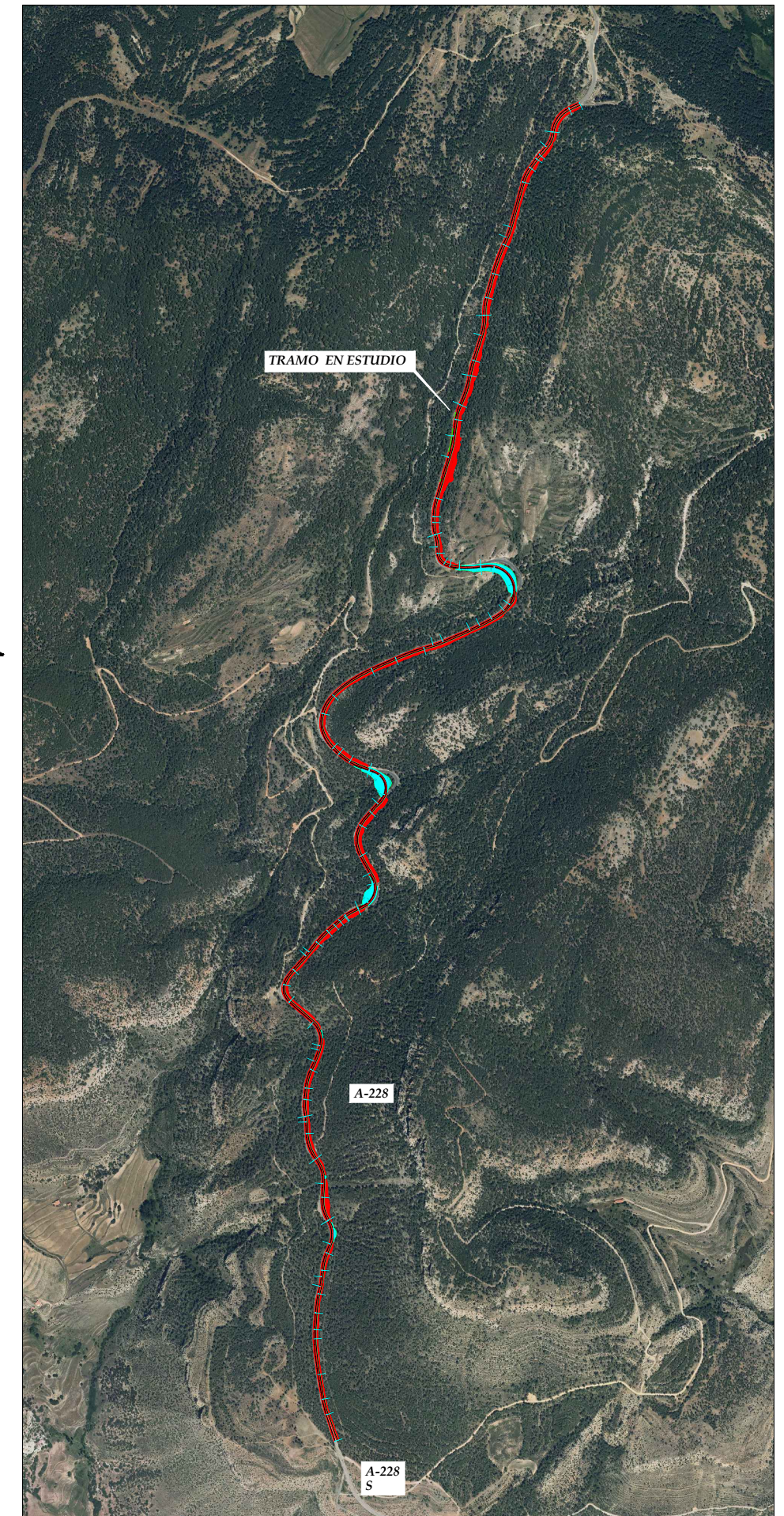
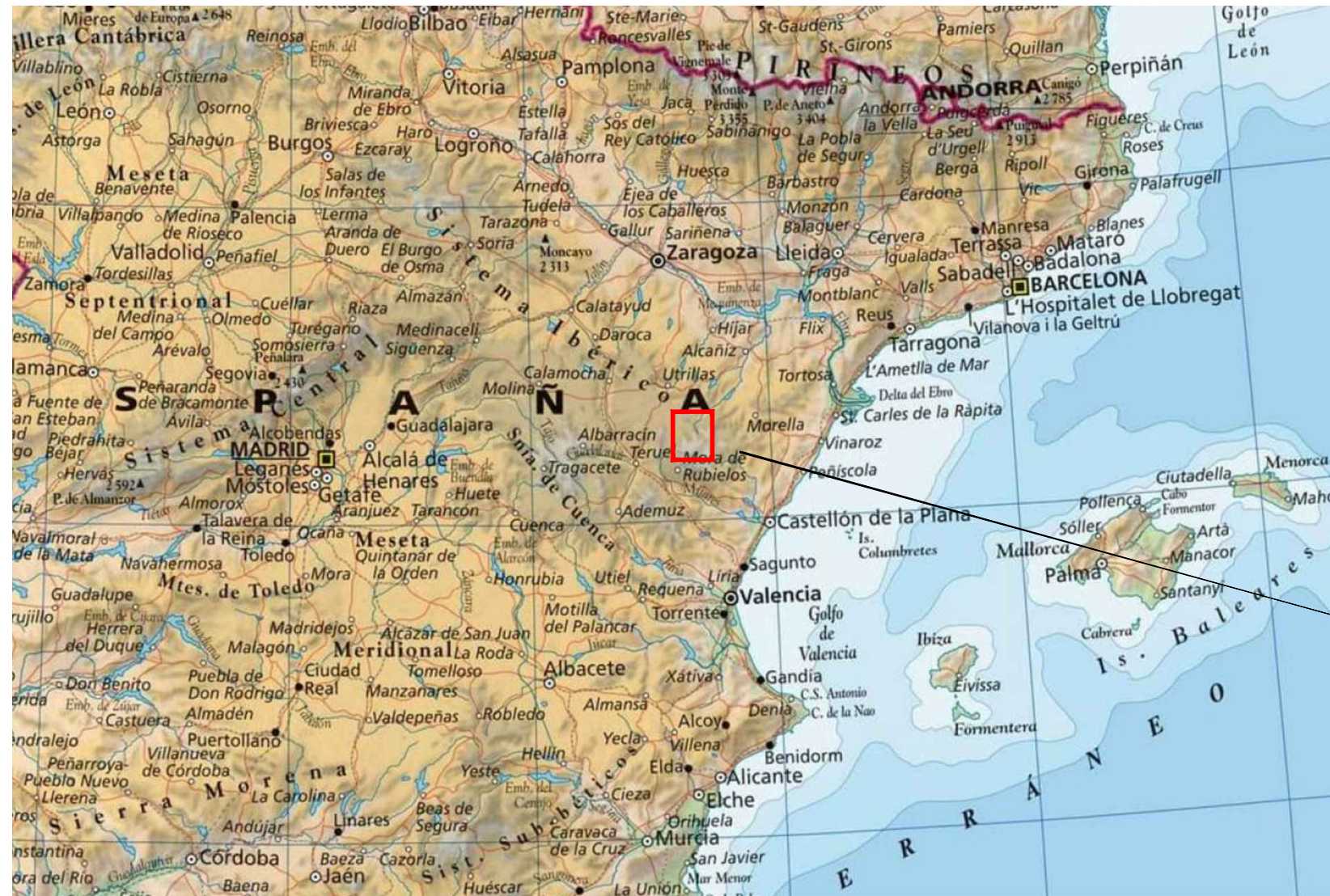




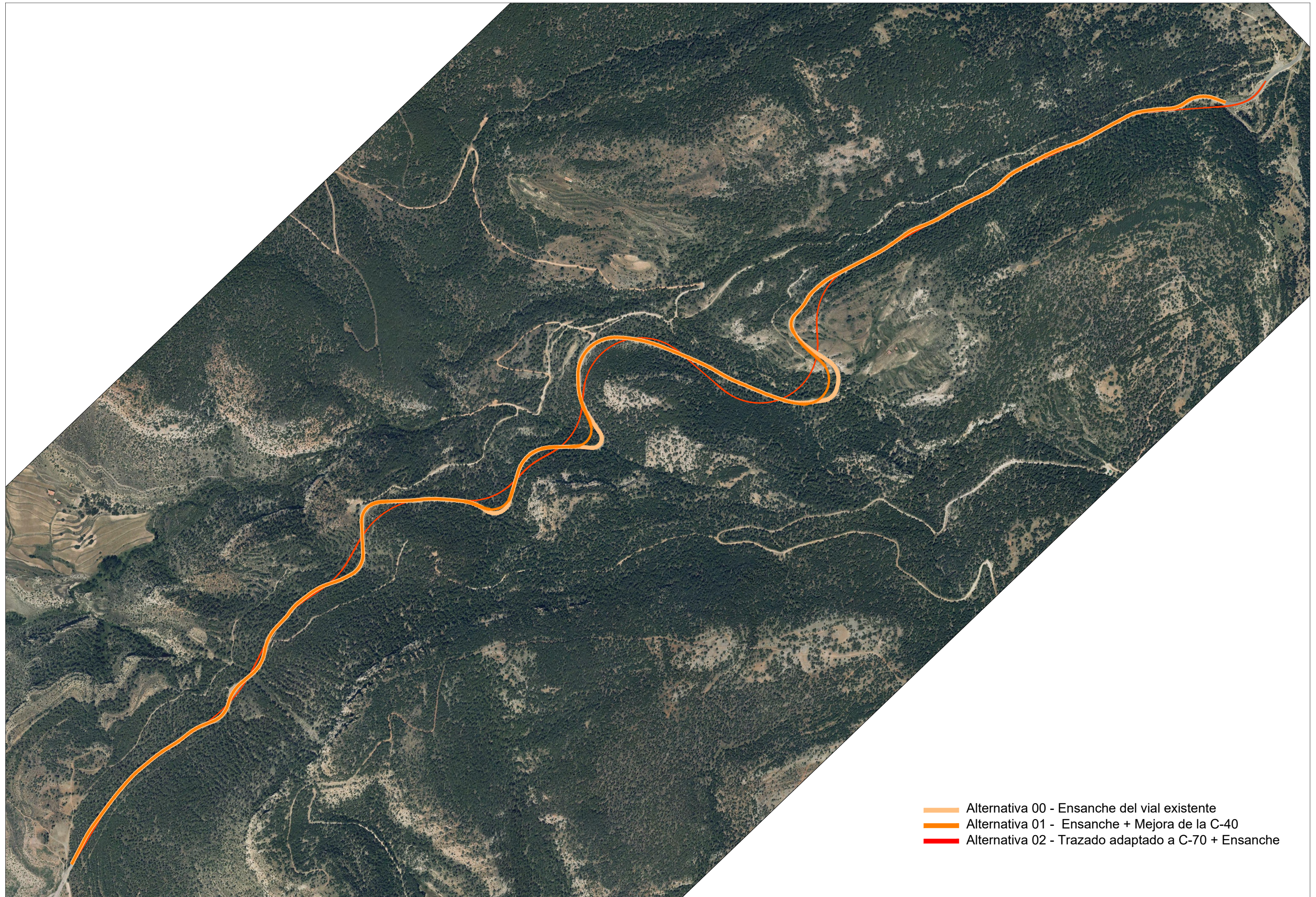
ÍNDICE

1. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN
2. PLANTA ALTERNATIVAS
3. PLANTA GENERAL. ORTOFOTO ALTERNATIVA 0
4. PLANTA ALTERNATIVA 0
5. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 0
6. PLANTA GENERAL ORTOFOTO ALTERNATIVA 1
7. PLANTA ALTERNATIVA 1
8. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 1
9. PERFILES TRANSVERSALES ALTERNATIVA 1
10. PLANTA GENERAL ORTOFOTO ALTERNATIVA 2
11. PLANTA ALTERNATIVA 2
12. PERFILES LONGITUDINALES ALTERNATIVA 2
13. SECCIÓN TIPO
14. OBRAS DE FÁBRICA
15. SEÑALIZACIÓN

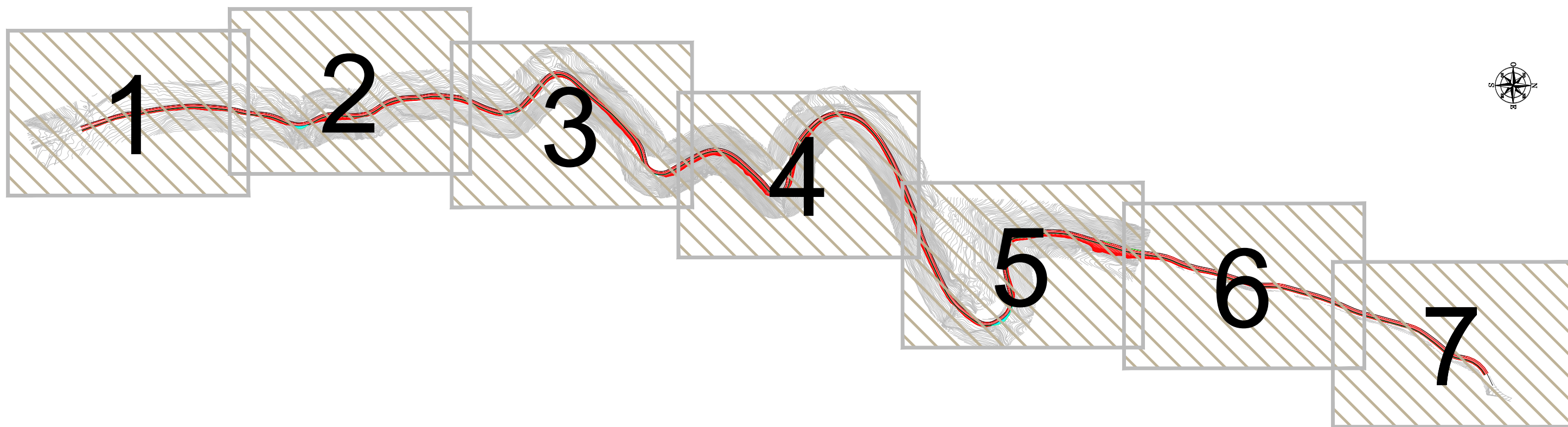


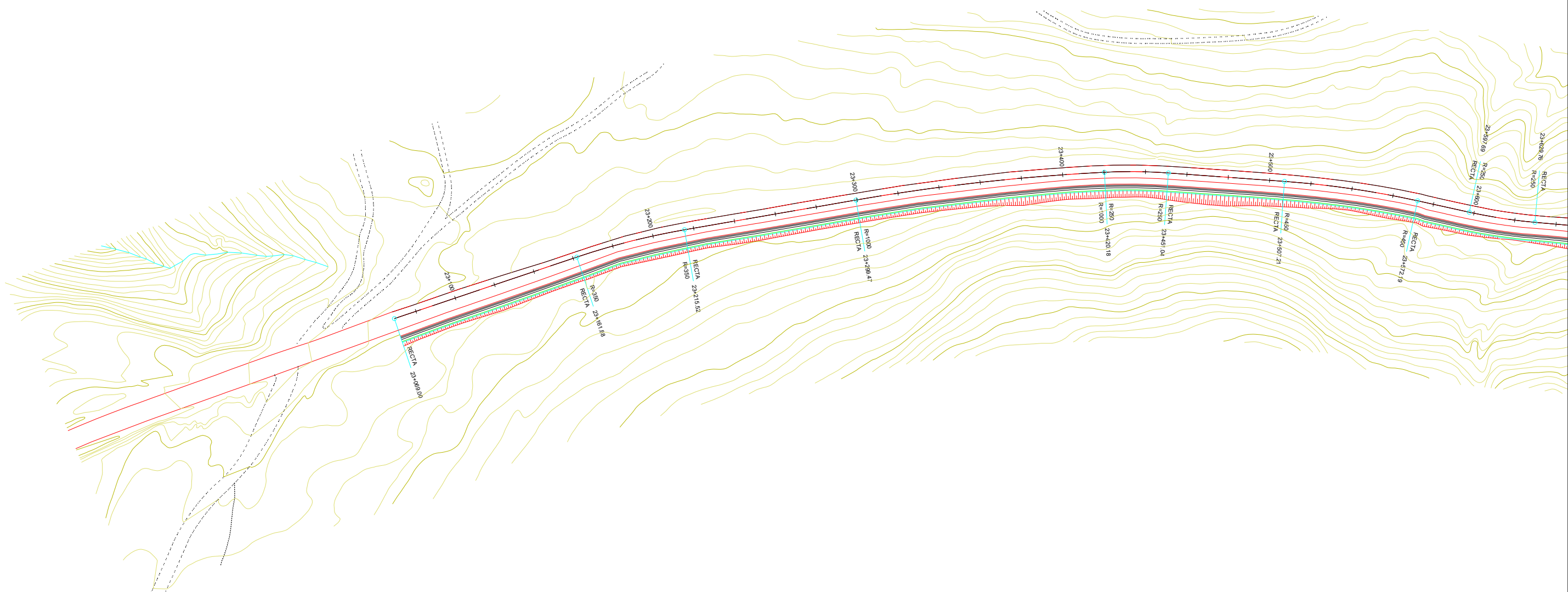
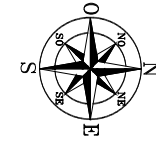


ÍNDICE DE PLANOS	
01	SITUACIÓN E ÍNDICE
02	PLANTA ALTERNATIVAS
03	PLANTA GENERAL. ORTOFOTO ALTERNATIVA 00
04	PLANTA. ALTERNATIVA 00
05	PERFILES LONGITUDINALES. ALTERNATIVA 00
06	PLANTA GENERAL. ORTOFOTO ALTERNATIVA 01
07	PLANTA. ALTERNATIVA 01
08	PERFILES LONGITUDINALES. ALTERNATIVA 01
09	PERFILES TRANSVERSALES. ALTERNATIVA 01
10	PLANTA GENERAL. ORTOFOTO ALTERNATIVA 02
11	PLANTA. ALTERNATIVA 02
12	PERFILES LONGITUDINALES. ALTERNATIVA 02
13	SECCIÓN TIPO
14	OBRAS DE FABRICA
15	SEÑALIZACIÓN

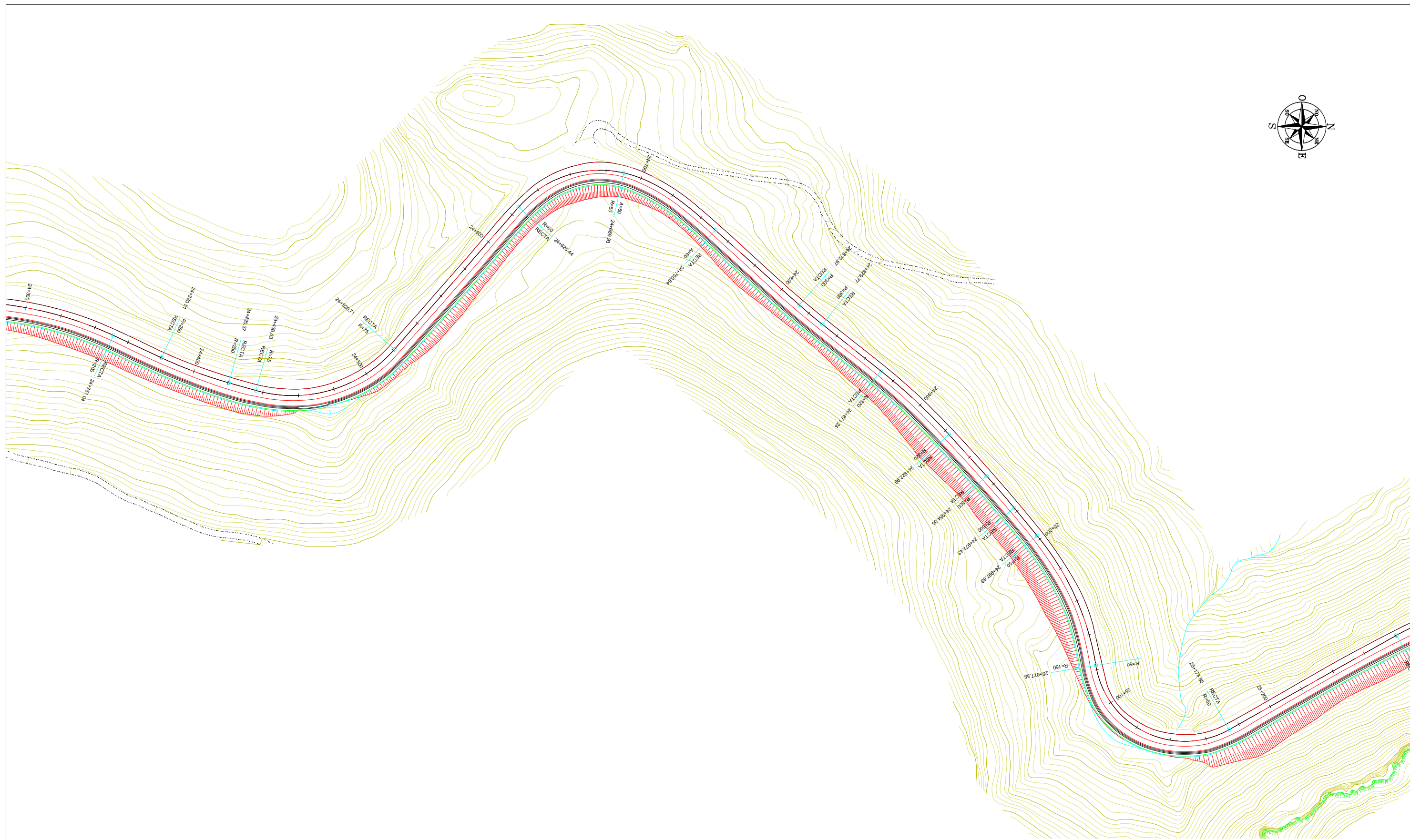
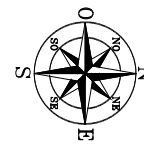


- Alternativa 00 - Ensanche del vial existente
- Alternativa 01 - Ensanche + Mejora de la C-40
- Alternativa 02 - Trazado adaptado a C-70 + Ensanche

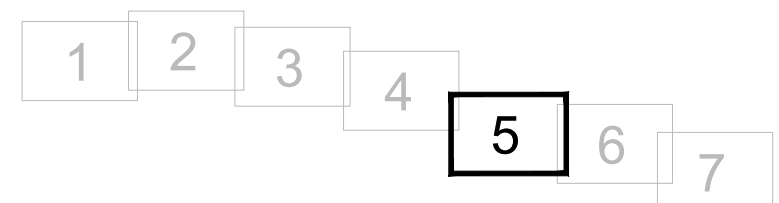
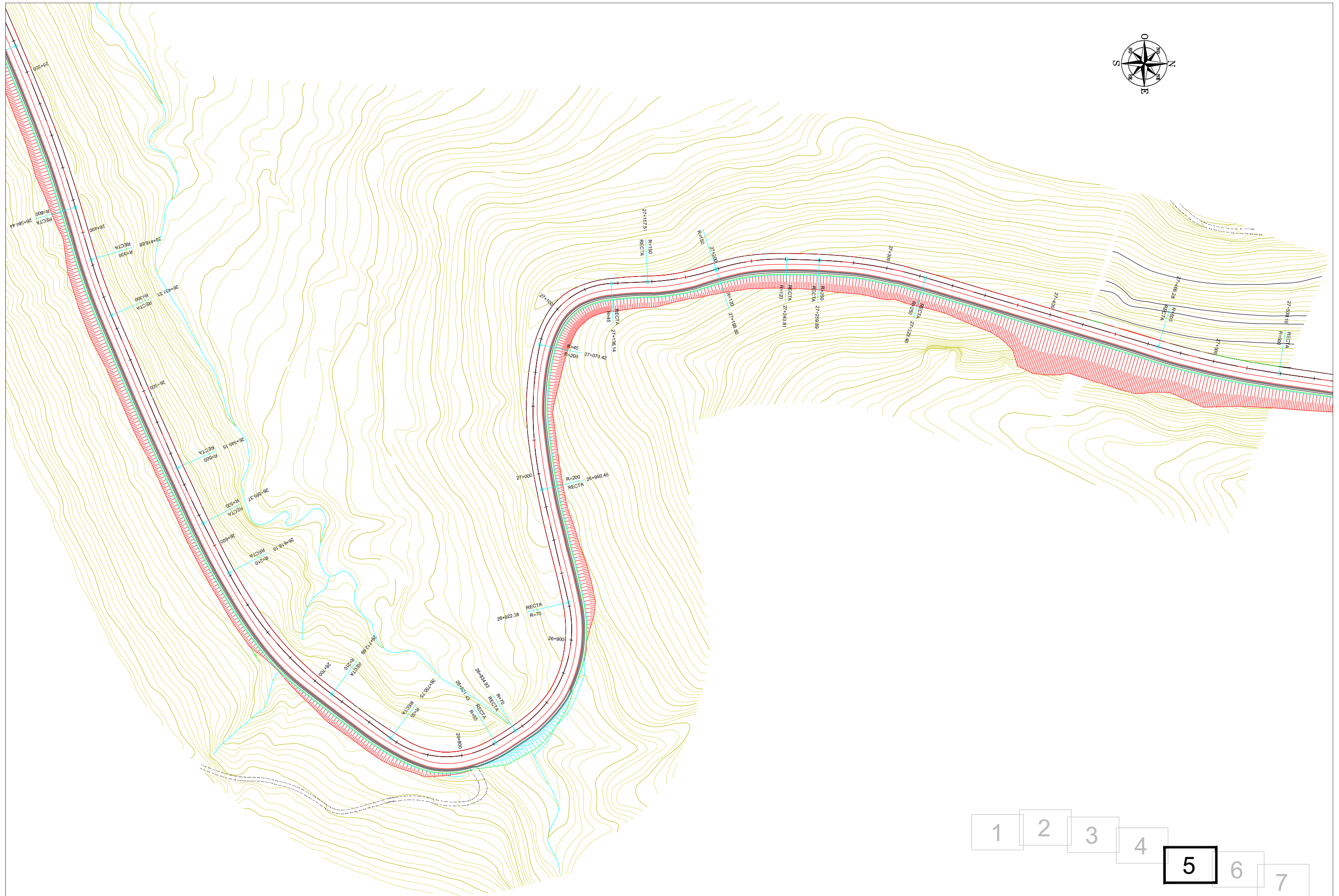
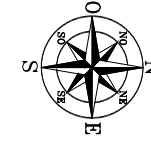


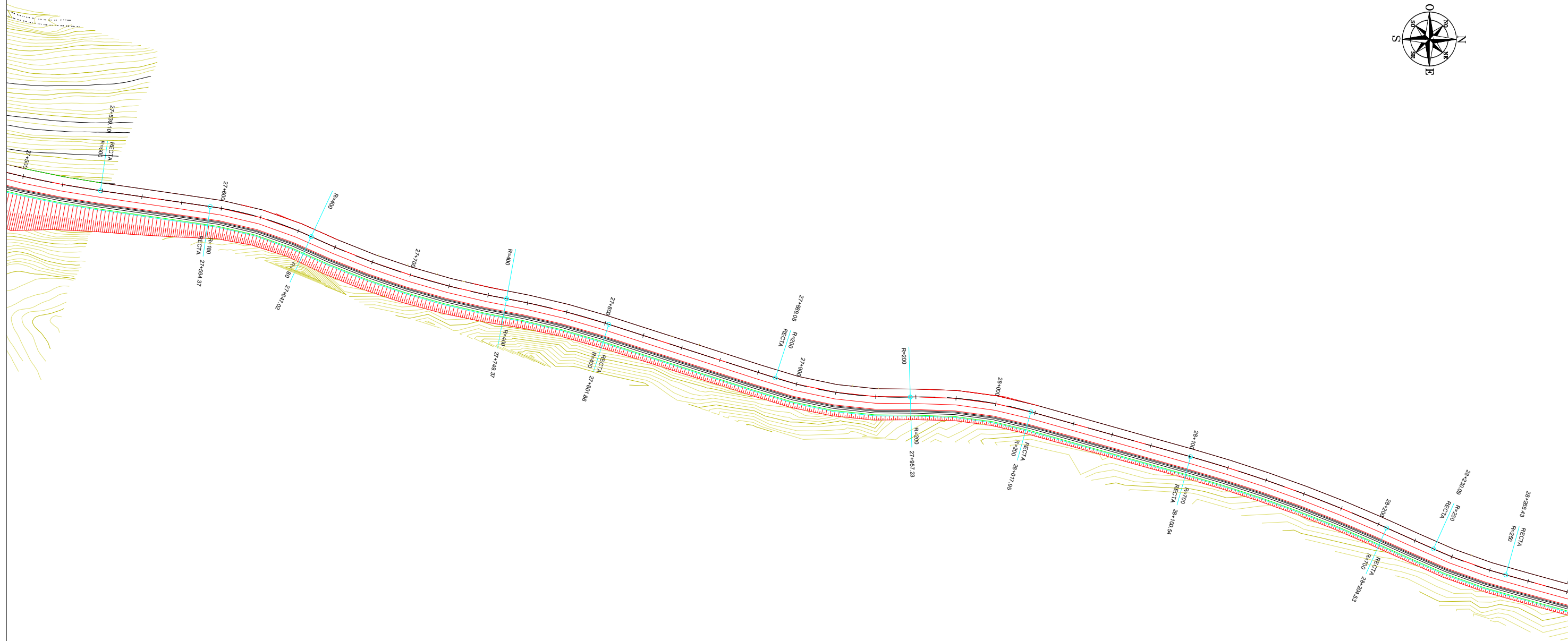
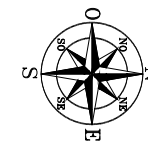


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

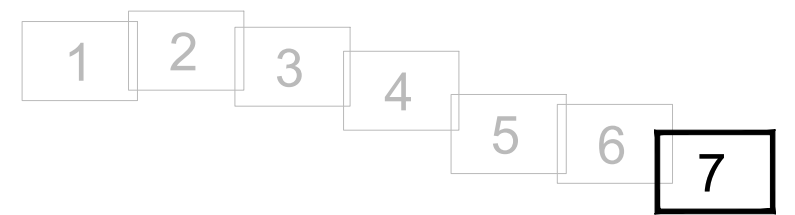


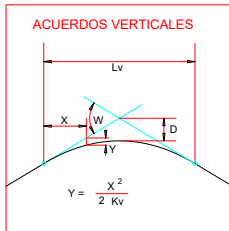
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7





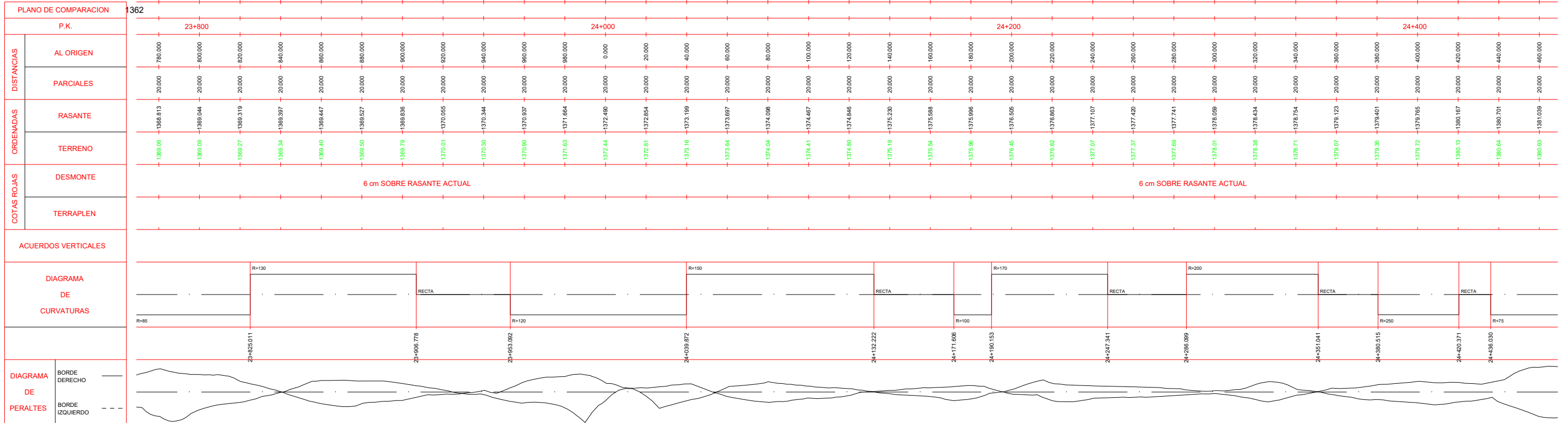
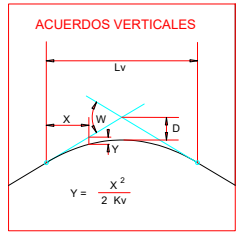
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

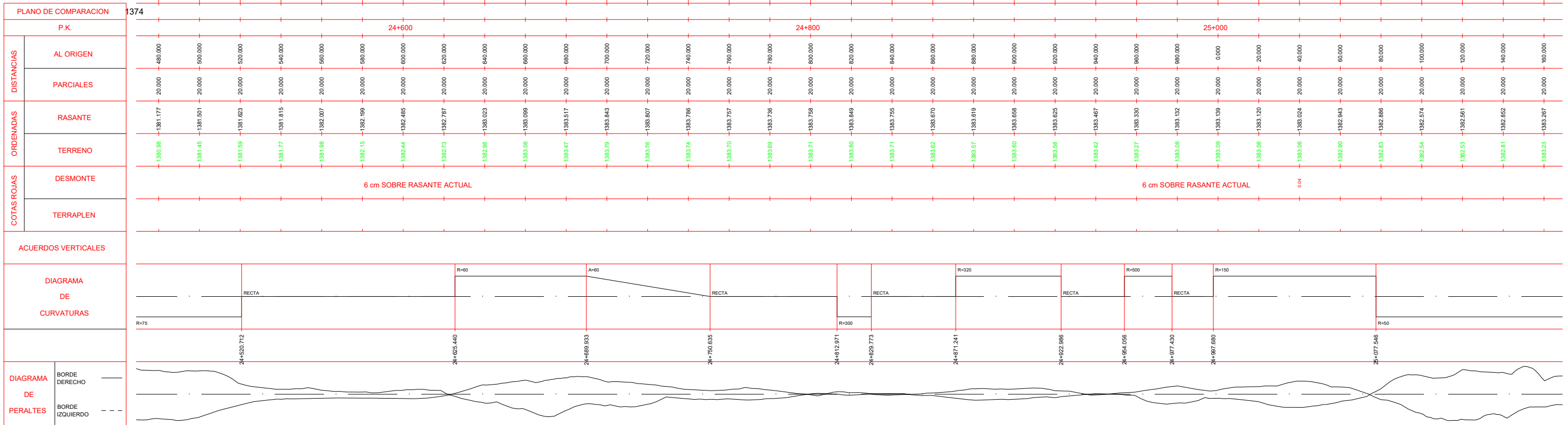
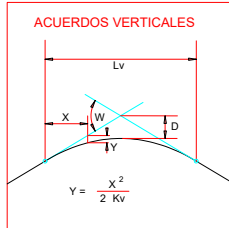


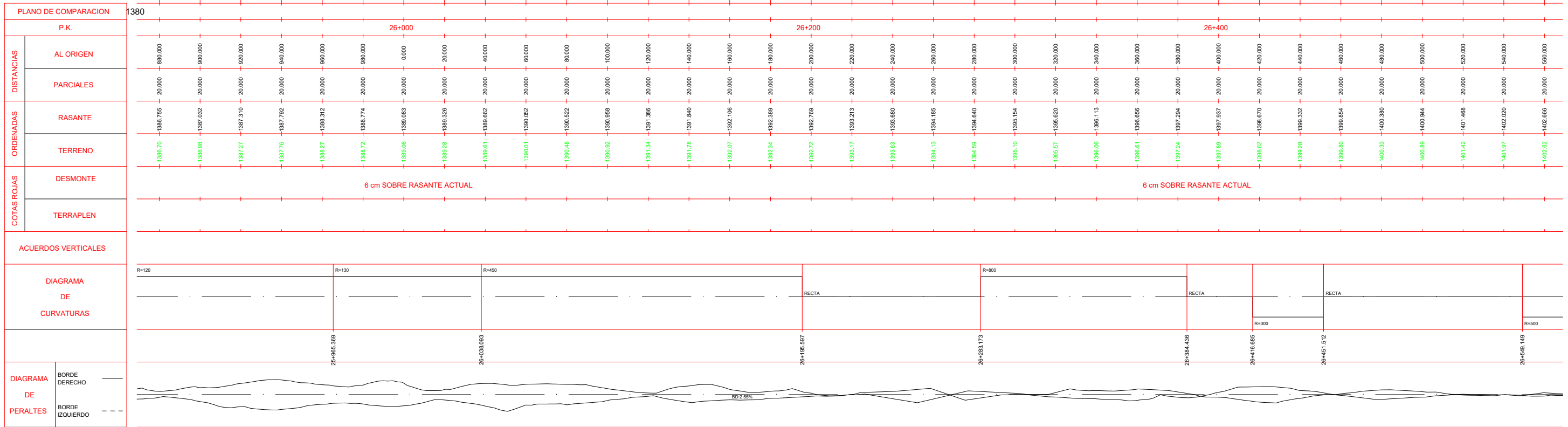
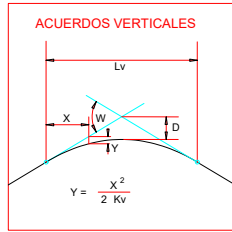


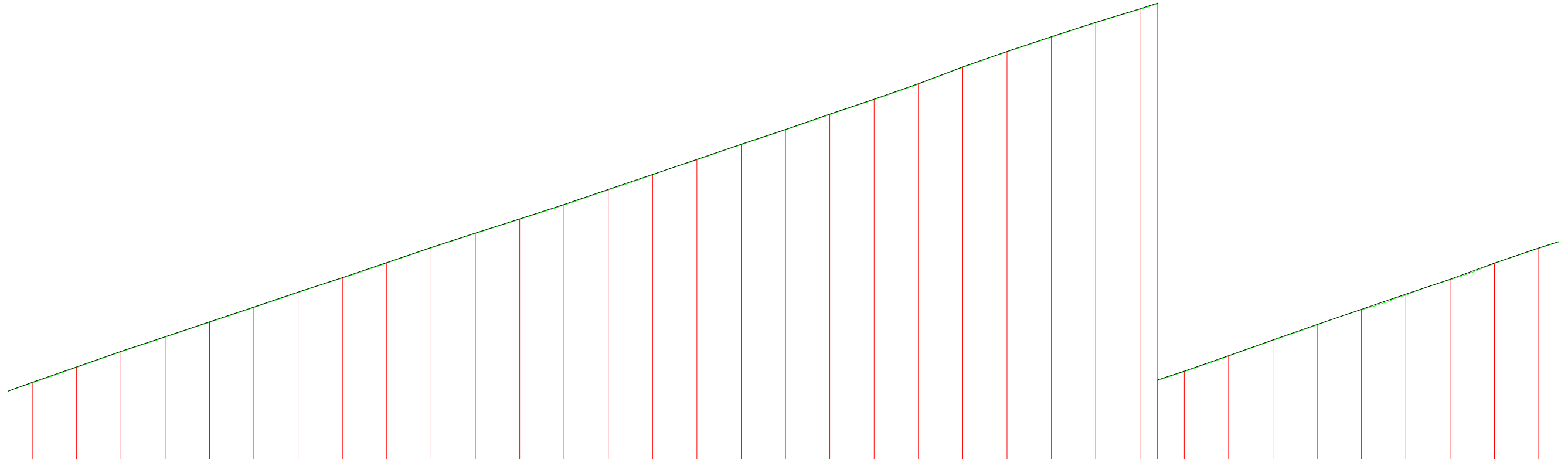
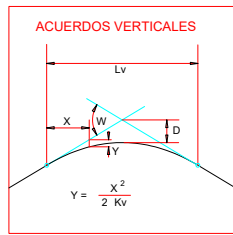
PLANO DE COMPARACION

P.K.		23+200										23+400										23+600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000	120.000	130.000	140.000	150.000	160.000	170.000	180.000	190.000	200.000	210.000	220.000	230.000	240.000	250.000	260.000	270.000	280.000	290.000	300.000	310.000	320.000	330.000	340.000	350.000	360.000	370.000	380.000	390.000	400.000	410.000	420.000	430.000	440.000	450.000	460.000	470.000	480.000	490.000	500.000	510.000	520.000	530.000	540.000	550.000	560.000	570.000	580.000	590.000	600.000	610.000	620.000	630.000	640.000	650.000	660.000	670.000	680.000	690.000	700.000	710.000	720.000	730.000	740.000	750.000	760.000	770.000	780.000	790.000	800.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	PARCIALES	0.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000	120.000	130.000	140.000	150.000	160.000	170.000	180.000	190.000	200.000	210.000	220.000	230.000	240.000	250.000	260.000	270.000	280.000	290.000	300.000	310.000	320.000	330.000	340.000	350.000	360.000	370.000	380.000	390.000	400.000	410.000	420.000	430.000	440.000	450.000	460.000	470.000	480.000	490.000	500.000	510.000	520.000	530.000	540.000	550.000	560.000	570.000	580.000	590.000	600.000	610.000	620.000	630.000	640.000	650.000	660.000	670.000	680.000	690.000	700.000	710.000	720.000	730.000	740.000	750.000	760.000	770.000	780.000	790.000	800.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ORDENADAS	RASANTE	1364.93	1365.02	1365.11	1365.20	1365.29	1365.38	1365.47	1365.56	1365.65	1365.74	1365.83	1365.92	1366.01	1366.10	1366.19	1366.28	1366.37	1366.46	1366.55	1366.64	1366.73	1366.82	1366.91	1367.00	1367.09	1367.18	1367.27	1367.36	1367.45	1367.54	1367.63	1367.72	1367.81	1367.90	1367.99	1368.08	1368.17	1368.26	1368.35	1368.44	1368.53	1368.62	1368.71	1368.80	1368.89	1368.98	1369.07	1369.16	1369.25	1369.34	1369.43	1369.52	1369.61	1369.70	1369.79	1369.88	1369.97	1370.06	1370.15	1370.24	1370.33	1370.42	1370.51	1370.60	1370.69	1370.78	1370.87	1370.96	1371.05	1371.14	1371.23	1371.32	1371.41	1371.50	1371.59	1371.68	1371.77	1371.86	1371.95	1372.04	1372.13	1372.22	1372.31	1372.40	1372.49	1372.58	1372.67	1372.76	1372.85	1372.94	1373.03	1373.12	1373.21	1373.30	1373.39	1373.48	1373.57	1373.66	1373.75	1373.84	1373.93	1374.02	1374.11	1374.20	1374.29	1374.38	1374.47	1374.56	1374.65	1374.74	1374.83	1374.92	1375.01	1375.10	1375.19	1375.28	1375.37	1375.46	1375.55	1375.64	1375.73	1375.82	1375.91	1376.00	1376.09	1376.18	1376.27	1376.36	1376.45	1376.54	1376.63	1376.72	1376.81	1376.90	1376.99	1377.08	1377.17	1377.26	1377.35	1377.44	1377.53	1377.62	1377.71	1377.80	1377.89	1377.98	1378.07	1378.16	1378.25	1378.34	1378.43	1378.52	1378.61	1378.70	1378.79	1378.88	1378.97	1379.06	1379.15	1379.24	1379.33	1379.42	1379.51	1379.60	1379.69	1379.78	1379.87	1379.96	1380.05	1380.14	1380.23	1380.32	1380.41	1380.50	1380.59	1380.68	1380.77	1380.86	1380.95	1381.04	1381.13	1381.22	1381.31	1381.40	1381.49	1381.58	1381.67	1381.76	1381.85	1381.94	1382.03	1382.12	1382.21	1382.30	1382.39	1382.48	1382.57	1382.66	1382.75	1382.84	1382.93	1383.02	1383.11	1383.20	1383.29	1383.38	1383.47	1383.56	1383.65	1383.74	1383.83	1383.92	1384.01	1384.10	1384.19	1384.28	1384.37	1384.46	1384.55	1384.64	1384.73	1384.82	1384.91	1385.00	1385.09	1385.18	1385.27	1385.36	1385.45	1385.54	1385.63	1385.72	1385.81	1385.90	1385.99	1386.08	1386.17	1386.26	1386.35	1386.44	1386.53	1386.62	1386.71	1386.80	1386.89	1386.98	1387.07	1387.16	1387.25	1387.34	1387.43	1387.52	1387.61	1387.70	1387.79	1387.88	1387.97	1388.06	1388.15	1388.24	1388.33	1388.42	1388.51	1388.60	1388.69	1388.78	1388.87	1388.96	1389.05	1389.14	1389.23	1389.32	1389.41	1389.50	1389.59	1389.68	1389.77	1389.86	1389.95	1390.04	1390.13	1390.22	1390.31	1390.40	1390.49	1390.58	1390.67	1390.76	1390.85	1390.94	1391.03	1391.12	1391.21	1391.30	1391.39	1391.48	1391.57	1391.66	1391.75	1391.84	1391.93	1392.02	1392.11	1392.20	1392.29	1392.38	1392.47	1392.56	1392.65	1392.74	1392.83	1392.92	1393.01	1393.10	1393.19	1393.28	1393.37	1393.46	1393.55	1393.64	1393.73	1393.82	1393.91	1394.00	1394.09	1394.18	1394.27	1394.36	1394.45	1394.54	1394.63	1394.72	1394.81	1394.90	1394.99	1395.08	1395.17	1395.26	1395.35	1395.44	1395.53	1395.62	1395.71	1395.80	1395.89	1395.98	1396.07	1396.16	1396.25	1396.34	1396.43	1396.52	1396.61	1396.70	1396.79	1396.88	1396.97	1397.06	1397.15	1397.24	1397.33	1397.42	1397.51	1397.60	1397.69	1397.78	1397.87	1397.96	1398.05	1398.14	1398.23	1398.32	1398.41	1398.50	1398.59	1398.68	1398.77	1398.86	1398.95	1399.04	1399.13	1399.22	1399.31	1399.40	1399.49	1399.58	1399.67	1399.76	1399.85	1399.94	1400.03	1400.12	1400.21	1400.30	1400.39	1400.48	1400.57	1400.66	1400.75	1400.84	1400.93	1401.02	1401.11	1401.20	1401.29	1401.38	1401.47	1401.56	1401.65	1401.74	1401.83	1401.92	1402.01	1402.10	1402.19	1402.28	1402.37	1402.46	1402.55	1402.64	1402.73	1402.82	1402.91	1403.00	1403.09	1403.18	1403.27	1403.36	1403.45	1403.54	1403.63	1403.72	1403.81	1403.90	1403.99	1404.08	1404.17	1404.26	1404.35	1404.44	1404.53	1404.62	1404.71	1404.80	1404.89	1404.98	1405.07	1405.16	1405.25	1405.34	1405.43	1405.52	1405.61	1405.70	1405.79	1405.88	1405.97	1406.06	1406.15	1406.24	1406.33	1406.42	1406.51	1406.60	1406.69	1406.78	1406.87	1406.96	1407.05	1407.14	1407.23	1407.32	1407.41	1407.50	1407.59	1407.68	1407.77	1407.86	1407.95	1408.04	1408.13	1408.22	1408.31	1408.40	1408.49	1408.58	1408.67	1408.76	1408.85	1408.94	1409.03	1409.12	1409.21	1409.30	1409.39	1409.48	1409.57	1409.66	1409.75	1409.84	1409.93	1410.02	1410.11	1410.20	1410.29	1410.38	1410.47	1410.56	1410.65	1410.74	1410.83	1410.92	1411.01	1411.10	1411.19	1411.28	1411.37	1411.46	1411.55	1411.64	1411.73	1411.82	1411.91	1412.00	1412.09	1412.18	1412.27	1412.36	1412.45	1412.54	1412.63	1412.72	1412.81	1412.90	1412.99	1413.08	1413.17	1413.26	1413.35	1413.44	1413.53	1413.62	1413.71	1413.80	1413.89	1413.98	1414.07	1414.16	1414.25	1414.34	1414.43	1414.52	1414.61	1414.70	1414.79	1414.88	1414.97	1415.06	1415.15	1415.24	1415.33	1415.42	1415.51	1415.60	1415.69	1415.78	1415.87	1415.96	1416.05	1416.14	1416.23	1416.32	1416.41	1416.50	1416.59	1416.68	1416.77	1416.86	1416.95	1417.04	1417.13	1417.22	1417.31	1417.40	1417.49	1417.58	1417.67	1417.76	1417.85	1417.94	1418.03	1418.12	1418.21	1418.30	1418.39	1418.48	1418.57	1418.66	1418.75	1418.84	1418.93	1419.02	1419.11	1419.20	1419.29	1419.38	1419.47	1419.56	1419.65	1419.74	1419.83	1419.92	1420.01	1420.10	1420.19	1420.28	1420.37	1420.46	1420.55	1420.64	1420.73	1420.82	1420.91	1421.00	1421.09	1421.18	1421.27	1421.36	1421.45	1421.54	1421.63	1421.72	1421.81	1421.90	1421.99	1422.08	1422.17	1422.26	1422.35	1422.44	1422.53	1422.62	1422.71	1422.80	1422.89	1422.98	1423.07	1423.16	1423.25	1423.34	1423.43	1423.52	1423.61	1423.70	1423.79	1423.88	1423.97	1424.06	1424.15	1424.24	1424.33	1424.42	1424.51	1424.60	1424.69	1424.78	1424.87	1424.96	1425.05	1425.14	1425.23	1425.32	1425.41	1425.50	1425.59	1425.68	1425.77	1425.86	1425.95	1426.04	1426.13	1426.22	1426.31	1426.40	1426.49	1426.58	1426.67	1426.76	1426.85	1426.94	1427.03	1427.12	1427.21	1427.30	1427.39	1427.48	1427.57	1427.66	1427.75	1427.84	1427.93	1428.02	1428.11	1428.20	1428.29	1428.38	1428.47	1428.56	1428.65	1428.74	1428.83	1428.92	1429.01	1429.10	1429.19	1429.28	1429.37	1429.46	1429.55	1429.64	1429.73	1429.82	1429.91	1430.00	1430.09	1430.18	1430.27	1430.36	1430.45	1430.54	1430.63	1430.72	1430.81	1430.90	1430.99	1431.08	1431.17	1431.26	1431.35	1431.44	1431.53	1431.62	1431.71	1431.80	1431.89	1431.98	1432.07	1432.16	1432.25	1432.34	1432.43	1432.52	1432.61	1432.70	1432.79	1432.88	1432.97	1433.06	1433.15	1433.24	1433.33	1433.42	1433.51	1433.60	1433.69	1433.78	1433.87	1433.96	1434.05	1434.14	1434.23	1434.32	1434.41	1434.50	1434.59	1434.68	1434.77	1434.86	1434.95	1435.04	1435.13	1435.22	1435.31	1435.40	1435.49	1435.58	1435.67	1435.76	1435.85	1435.94	1436.03	1436.12	1436.21	1436.30	1436.39	1436.48	1436.57	1436.66	1436.75	1436.84	1436.93	1437.02	1437.11	1437.20	1437.29	1437.38	1437.47	1437.56	1437.65	1437.74	1437.83	1437.92	1438.01	1438.10	1438.19	1438.28	1438.37	1438.46	1438.55	1438.64	1438.73	1438.82	1438.91	1439.00	1439.09	1439.18	1439.27	1439.36	1439.45	1439.54	1439.63	1439.72	1439.81	1439.90	1440.00	1440.09	1440.18	1440.27	1440.36	1440.45	1440.54	1440.63	1440.72	

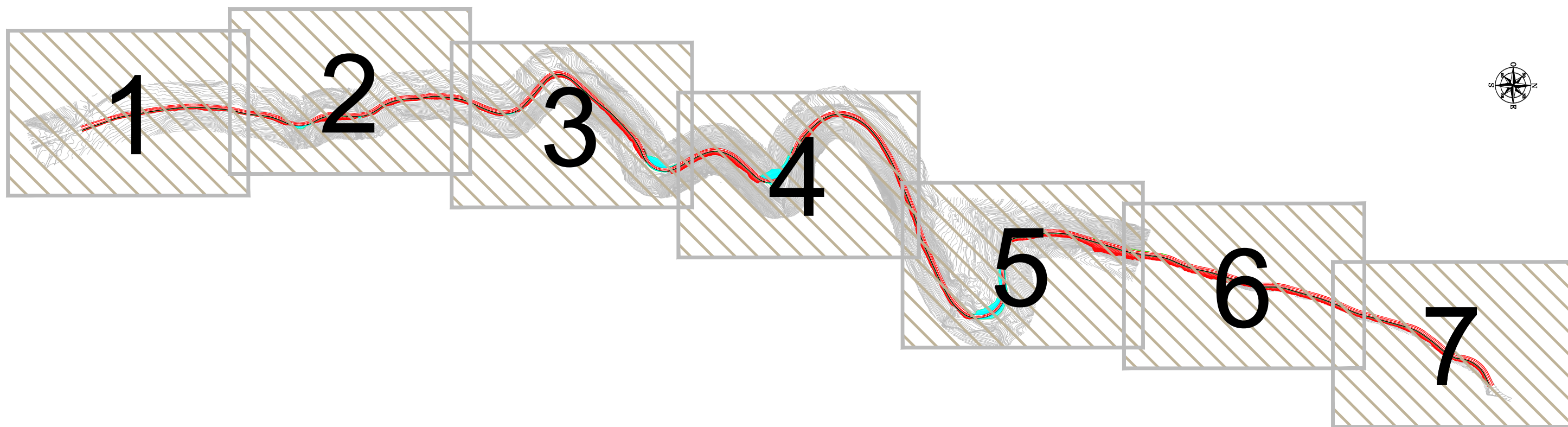
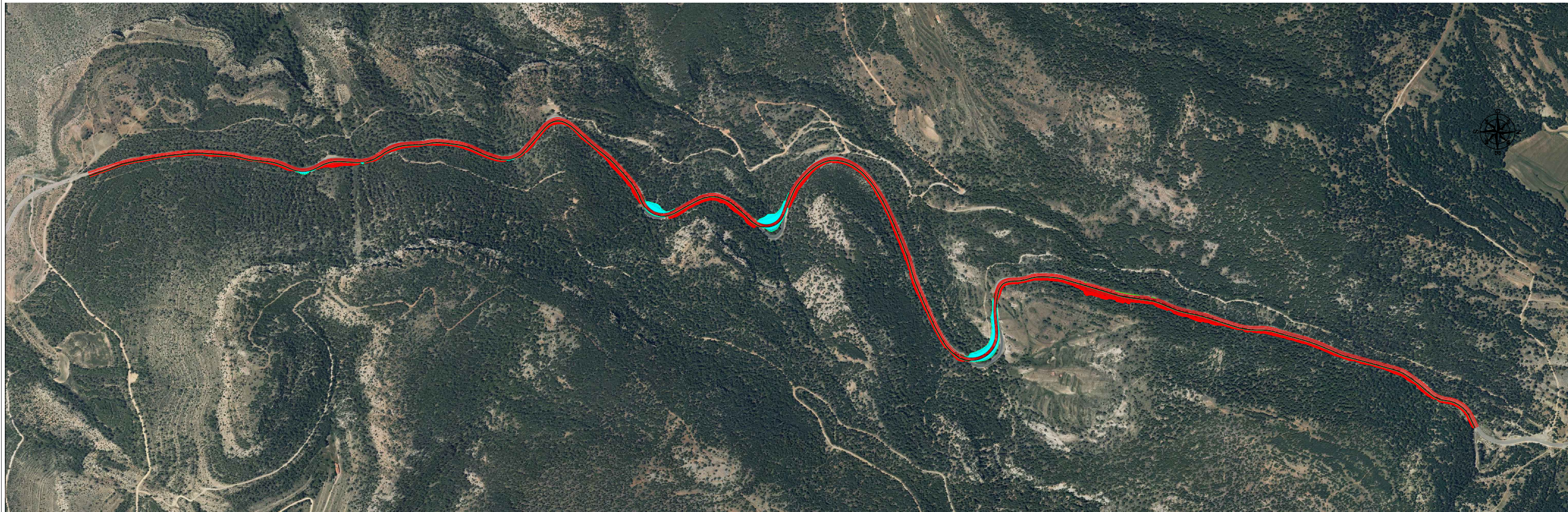


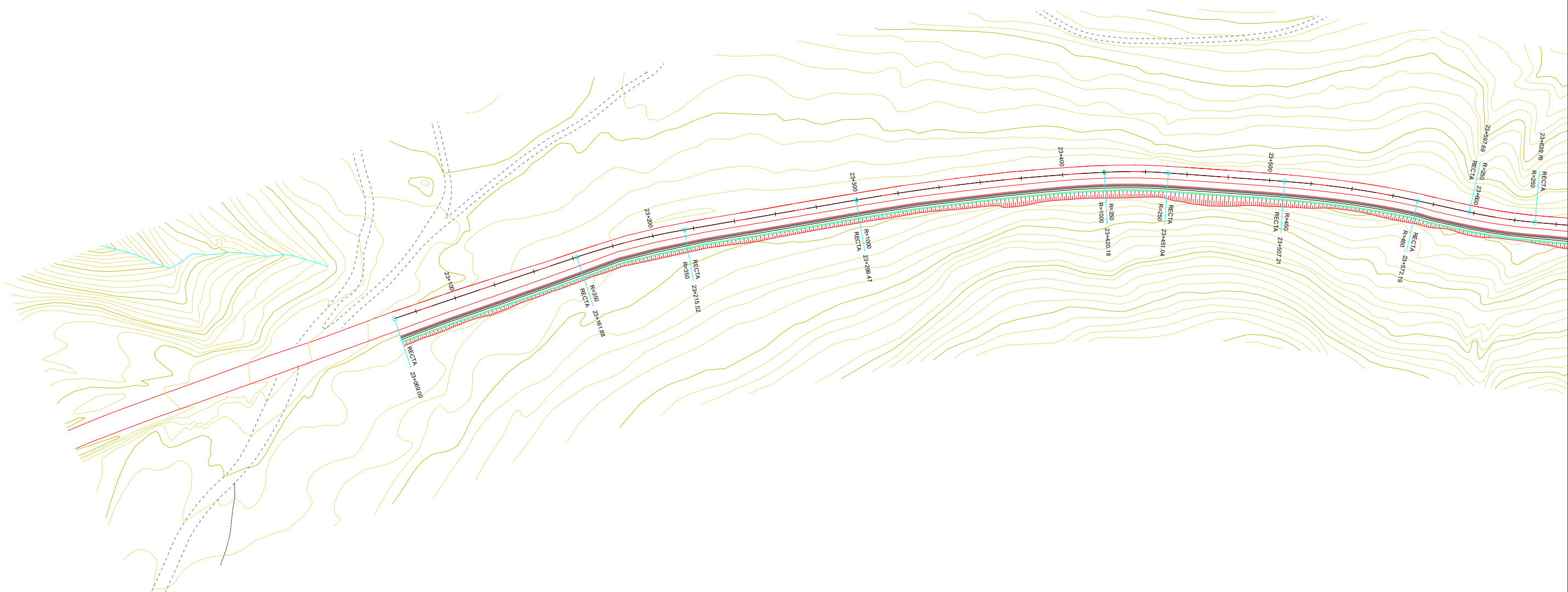
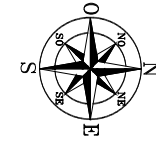




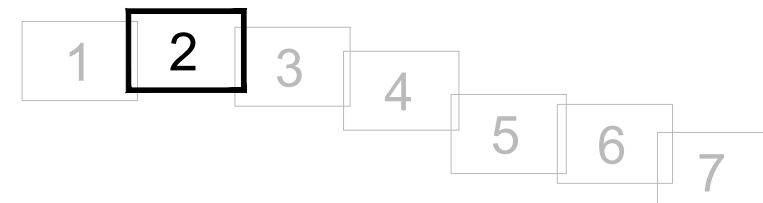
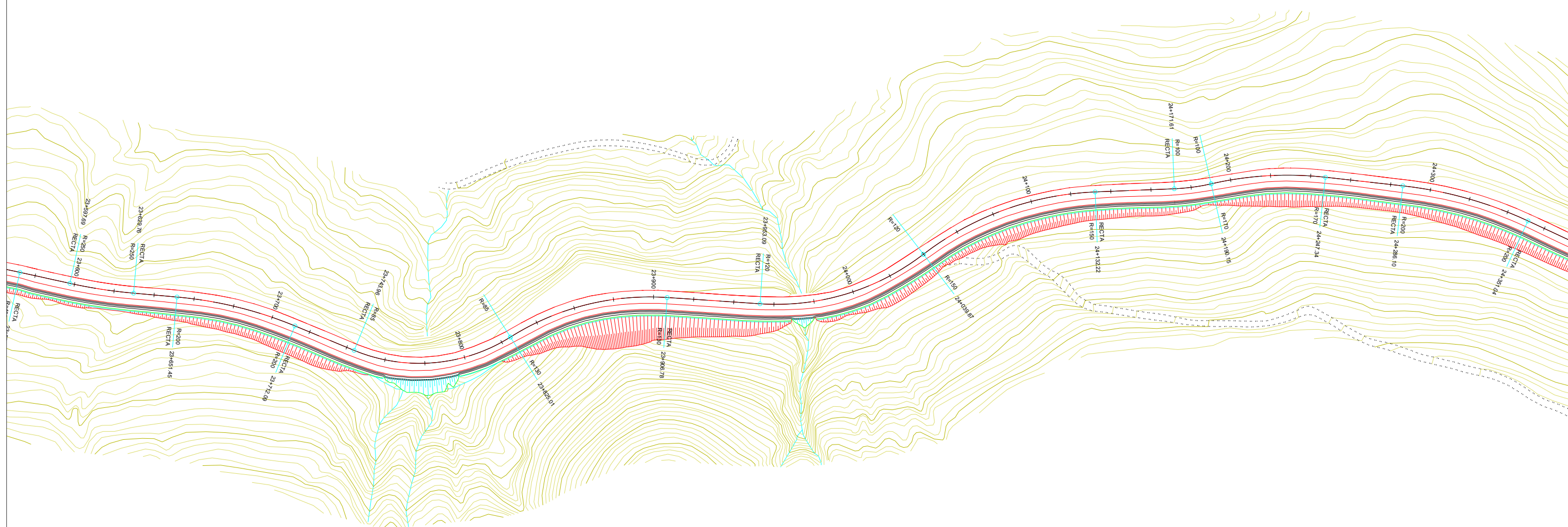
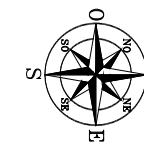


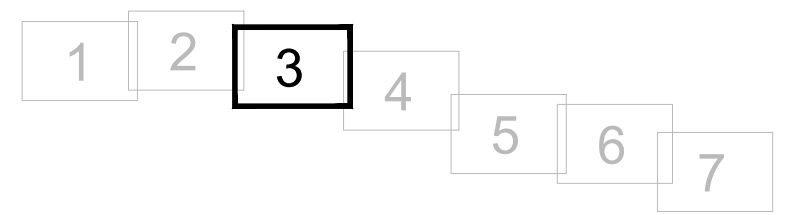
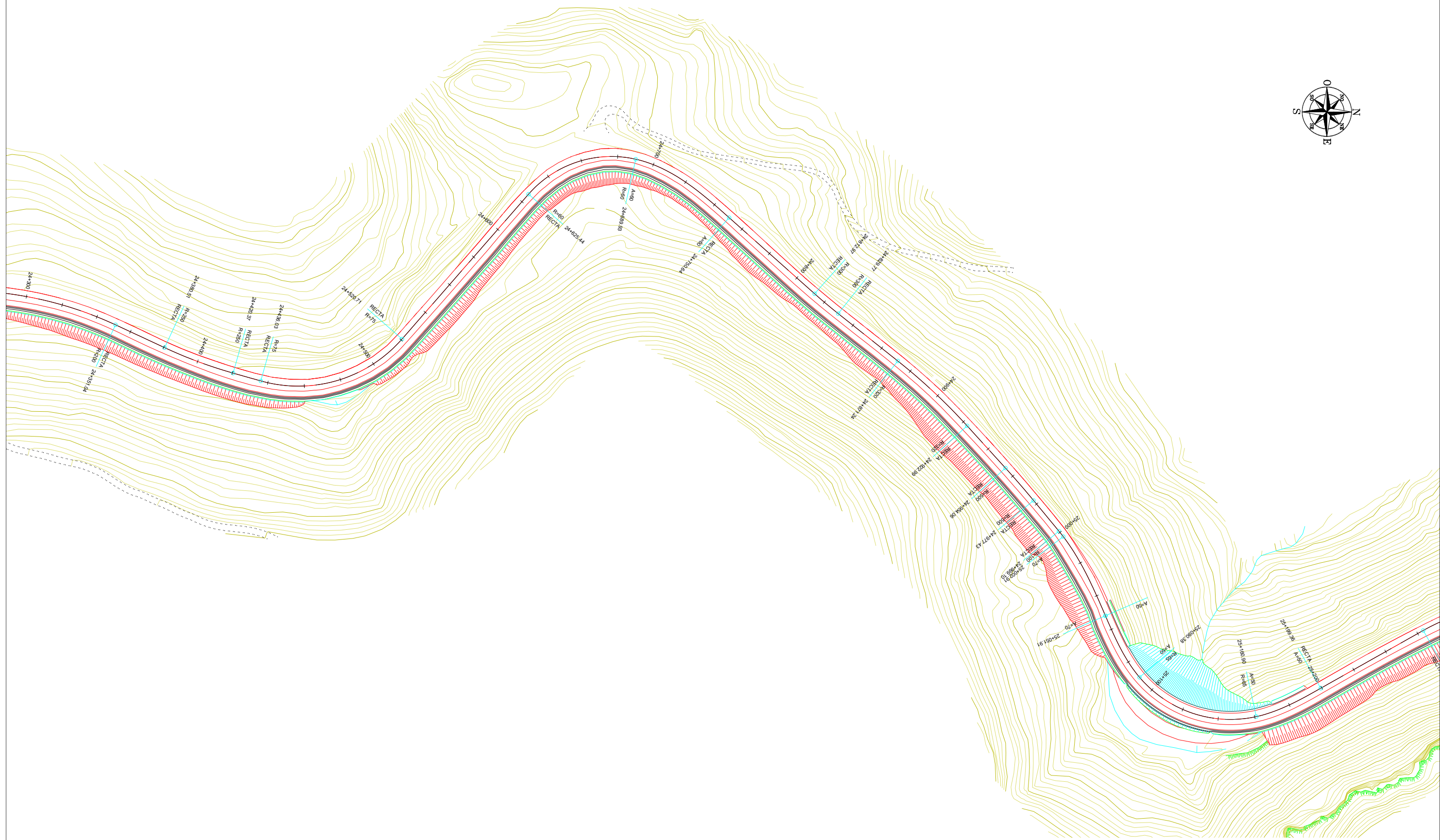
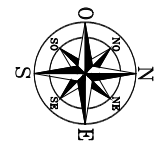
PLANO DE COMPARACION		1478																					1512																																																										
P.K.		28+000																				28+200																				28+400																				28+600																			
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	400.00	420.00	440.00	460.00	480.00	500.00	520.00	540.00	560.00	580.00	600.00	620.00	640.00	660.00																																														
	PARCIALES	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	400.00	420.00	440.00	460.00	480.00	500.00	520.00	540.00	560.00	580.00	600.00	620.00	640.00	660.00																																															
ORDENADAS	RASANTE	1485.032	1486.422	1487.826	1489.155	1490.494	1491.826	1493.180	1494.483	1495.838	1497.206	1498.505	1499.777	1502.440	1503.801	1505.153	1506.526	1507.857	1509.240	1510.587	1511.984	1513.499	1514.897	1516.224	1517.500	1518.739	1520.039	1521.438	1522.860	1524.263	1525.624	1526.996	1528.335	1529.800	1531.199																																														
	TERRENO	1484.98	1486.37	1487.78	1489.10	1490.44	1491.78	1493.13	1494.43	1495.79	1497.16	1498.45	1499.74	1501.03	1502.39	1503.75	1505.10	1506.48	1507.81	1509.19	1510.54	1511.93	1513.45	1514.85	1516.17	1517.47	1518.69	1519.99	1521.38	1522.81	1524.21	1525.57	1526.89	1528.29	1529.75	1531.11																																													
COTAS ROJAS	DESMONTE	6 cm SOBRE RASANTE ACTUAL																																																																															
	TERRAPLEN																																																																																
ACUERDOS VERTICALES																																																																																	
DIAGRAMA DE CURVATURAS																																																																																	
DIAGRAMA DE PERALTES																																																																																	

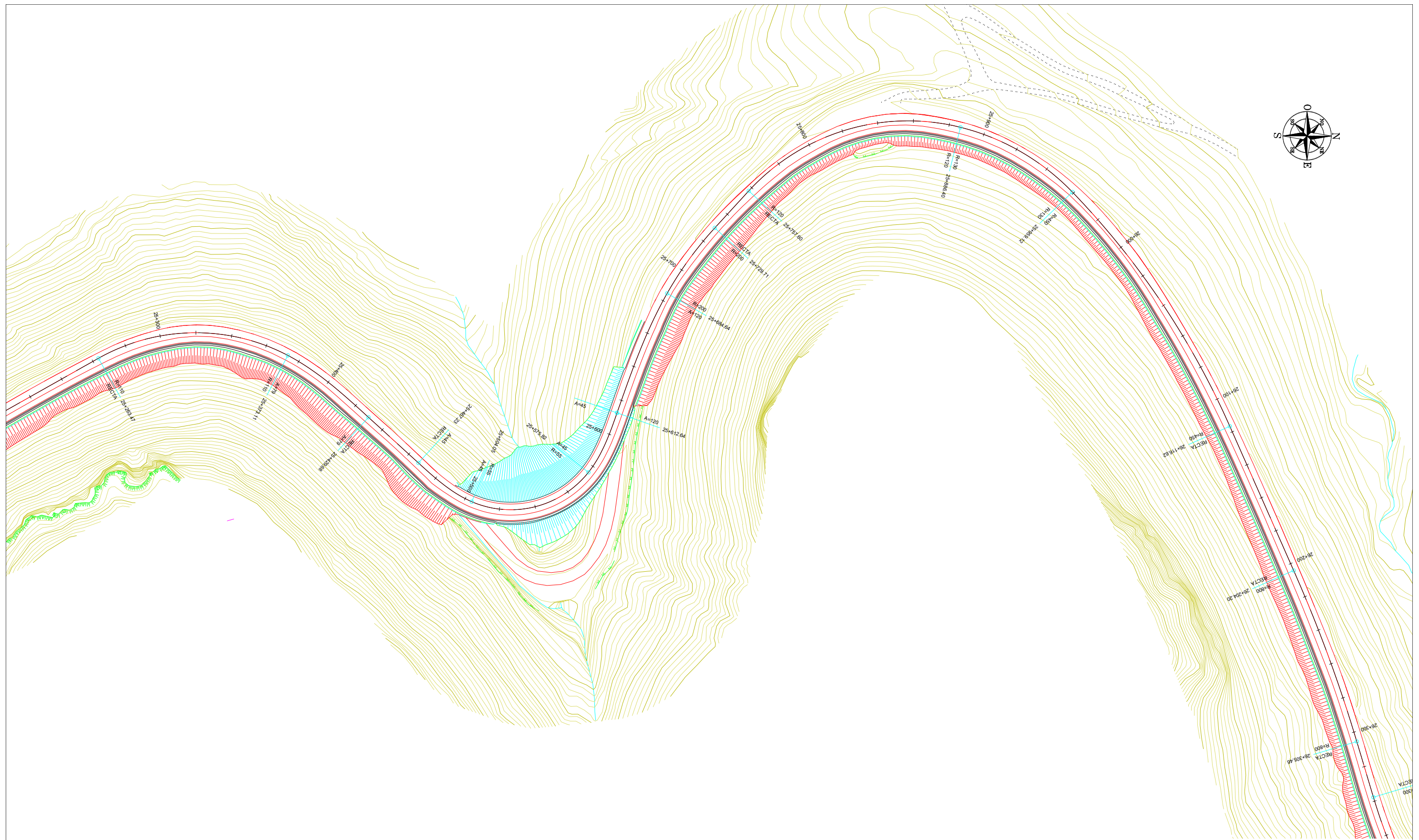




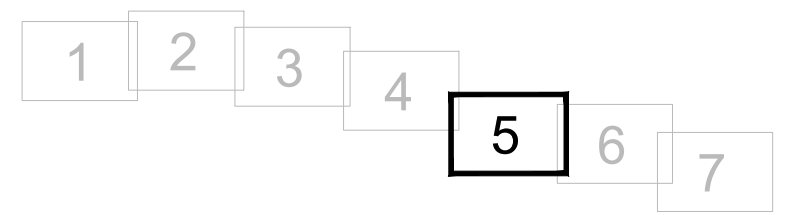
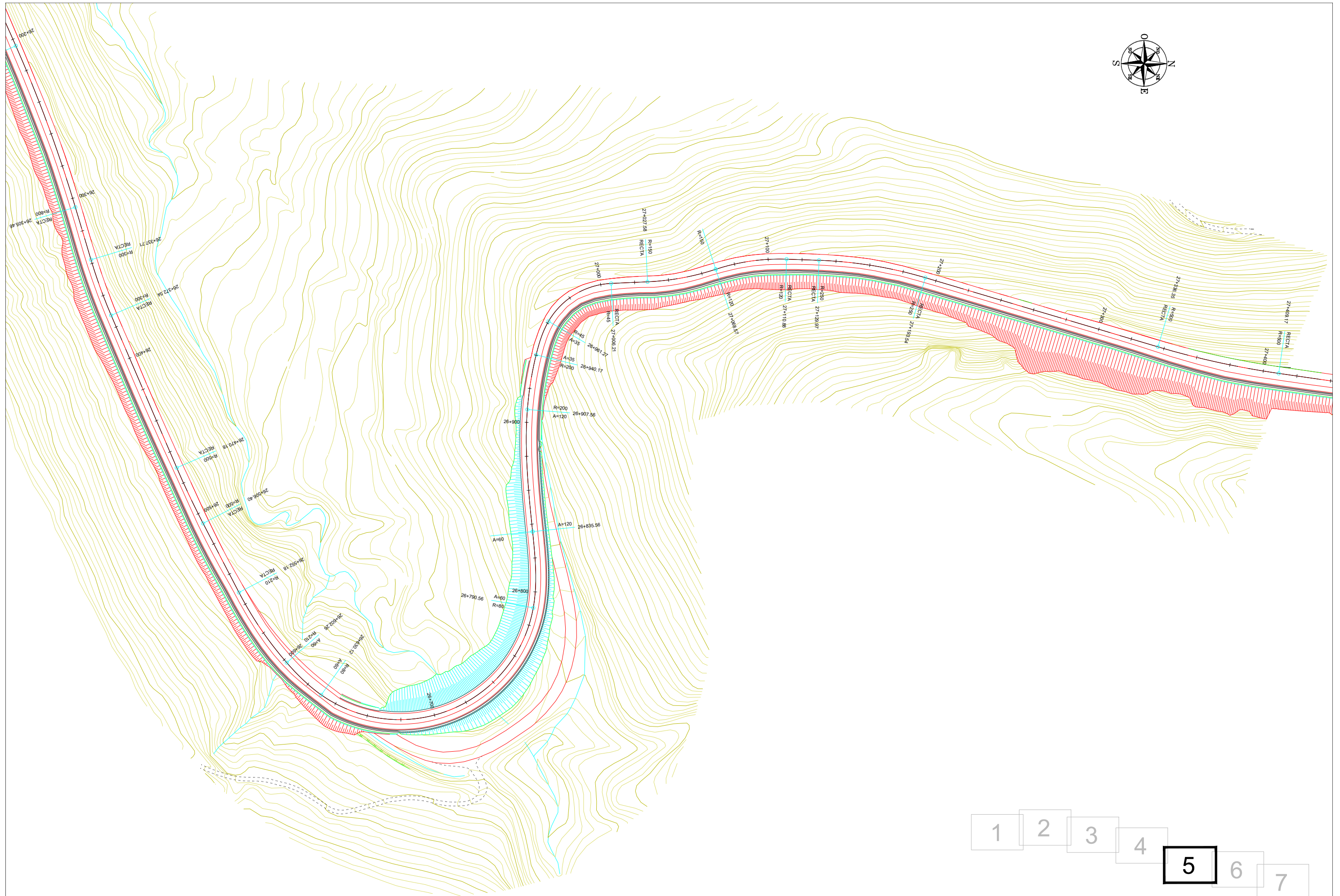
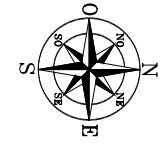
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

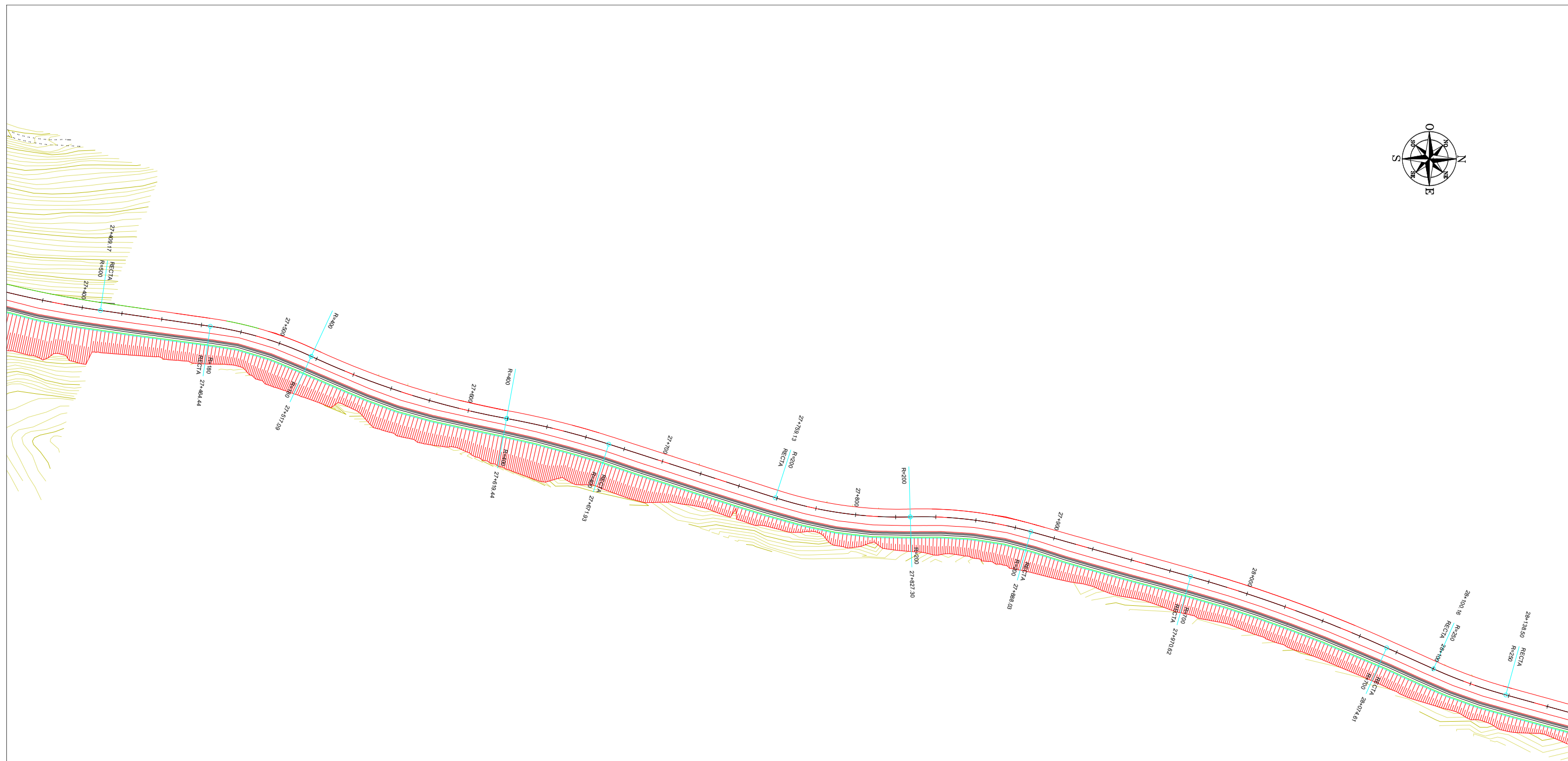
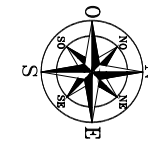






- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

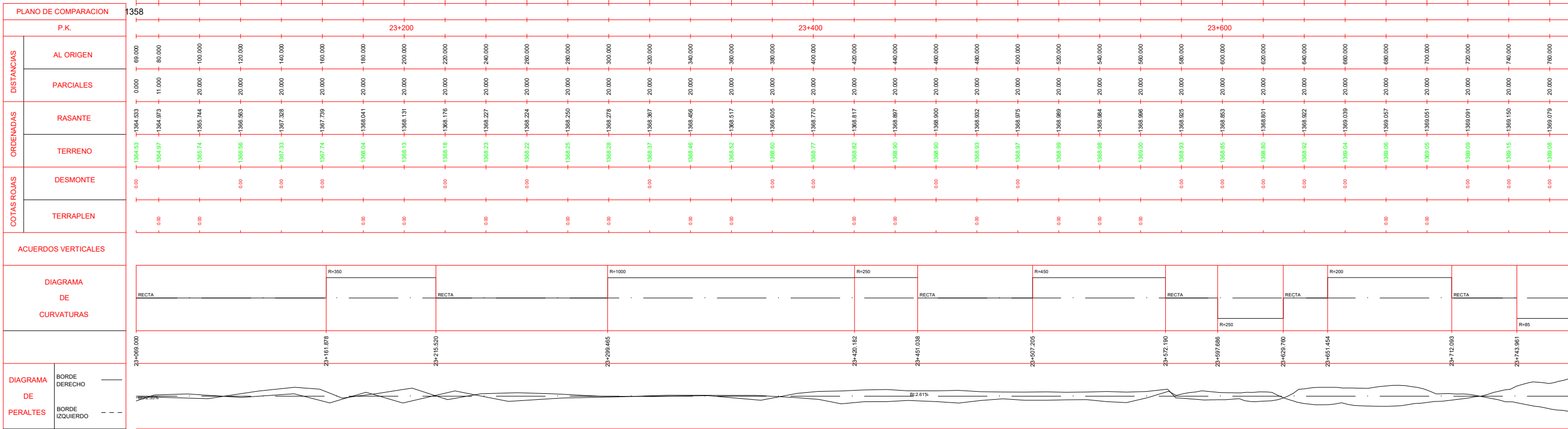
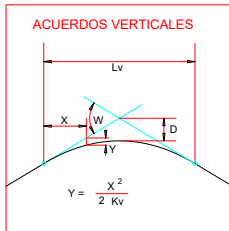


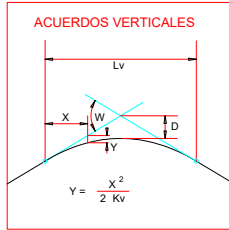


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

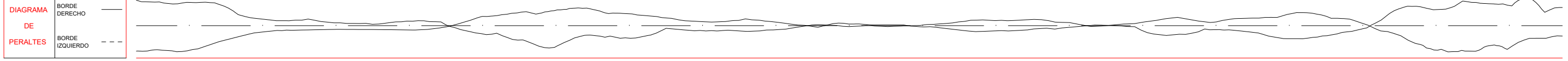
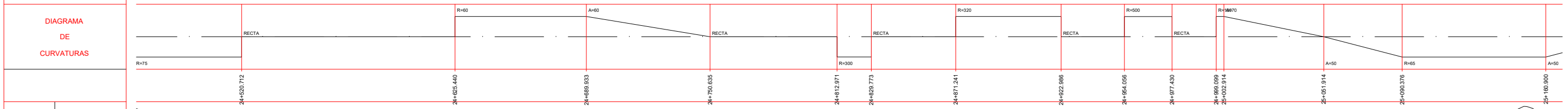




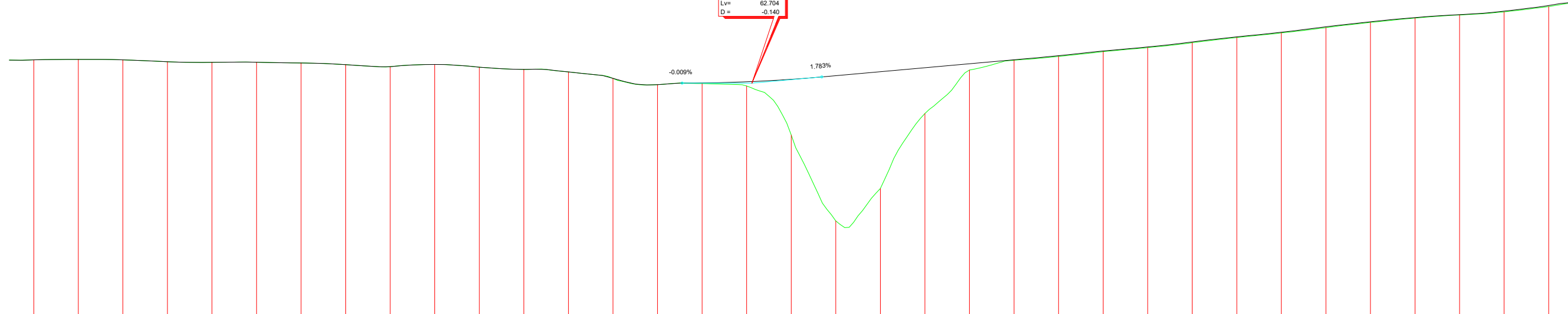
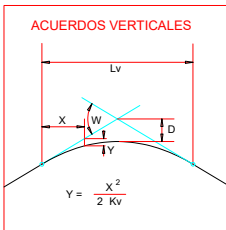
PLANO DE COMPARACION 1368

DISTANCIAS	P.K.	
	AL ORIGEN	PARCIALES
ORDENADAS	RASANTE	TERRENO
CÓTAS ROJAS	DESMONTE	TERRAPLEN

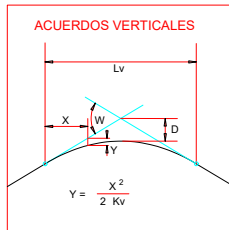
ACUERDOS VERTICALES



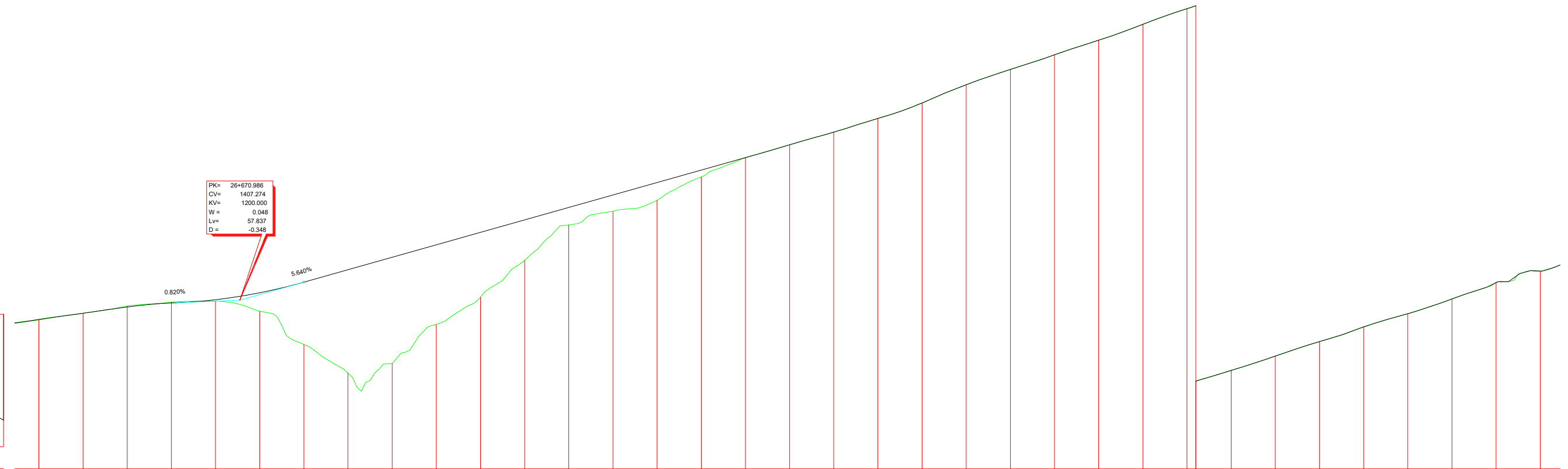
PK= 25+502.365
 CV= 1380.847
 KV= 3500.000
 W = 0.018
 L= 62.704
 D = -0.140



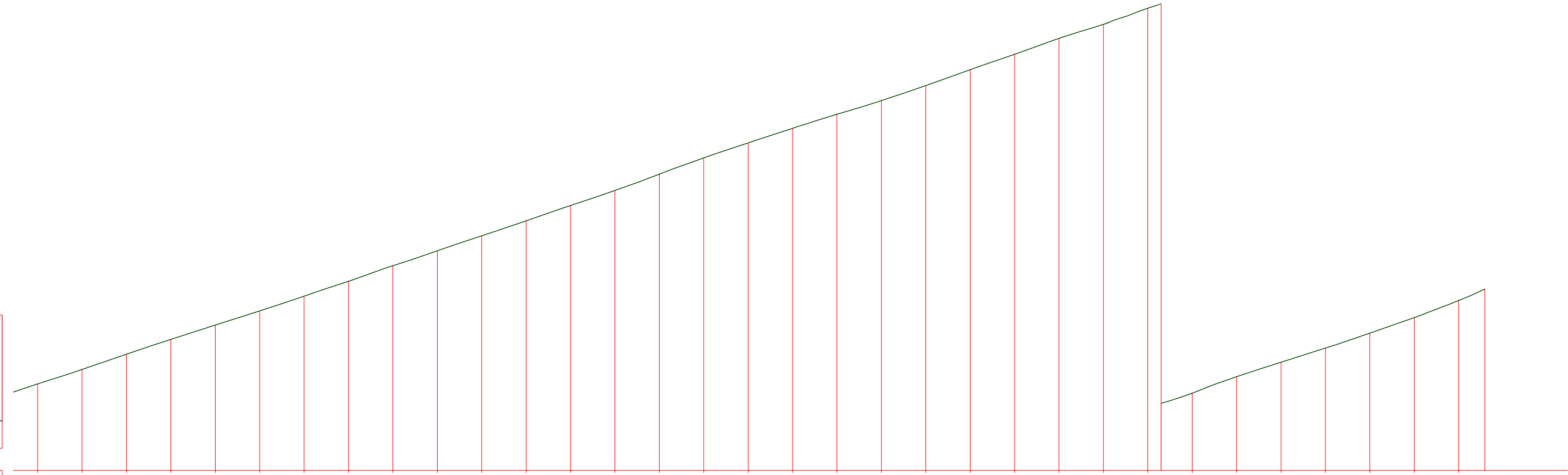
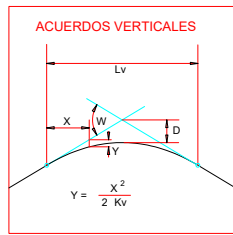
PLANO DE COMPARACION		1360			
DISTANCIAS	P.K.	25+200	25+400	25+600	25+800
	AL ORIGEN		180.000	380.000	580.000
PARCIALES		20.000	20.000	20.000	20.000
ORDENADAS	RASANTE	1382.935	1382.935	1382.935	1382.935
	TERRENO	1382.94	1382.98	1382.94	1382.76
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.00	0.00	0.00	0.00
	TERRAPLEN		0.00	0.00	0.00
ACUERDOS VERTICALES		<p>Diagrama de curvaturas showing segments: RECTA (A=50), R=110, A=79, RECTA, R=5, A=45, R=5, A=45, A=120, R=200, RECTA, R=120.</p>			
DIAGRAMA DE PERALTES		<p>Diagram showing superelevation curves for BORDE DERECHO (solid line) and BORDE IZQUIERDO (dashed line).</p>			



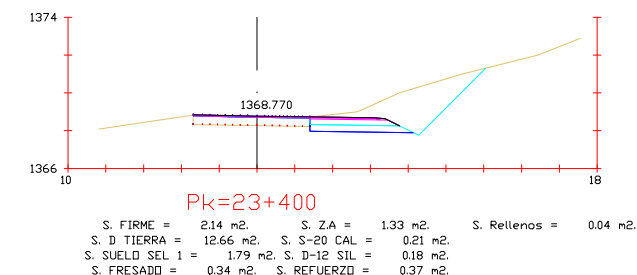
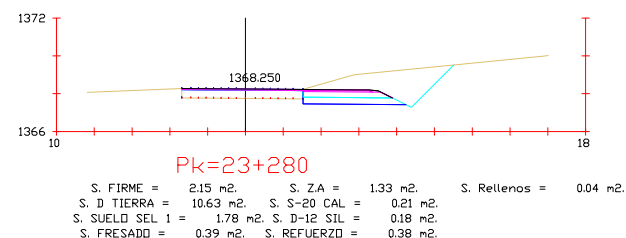
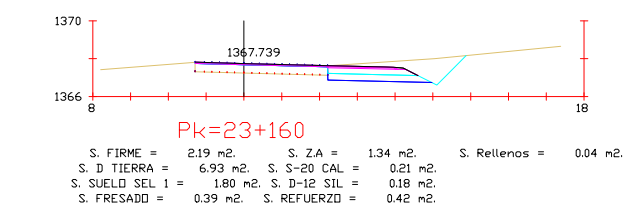
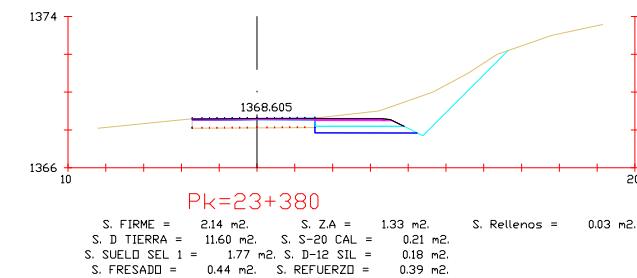
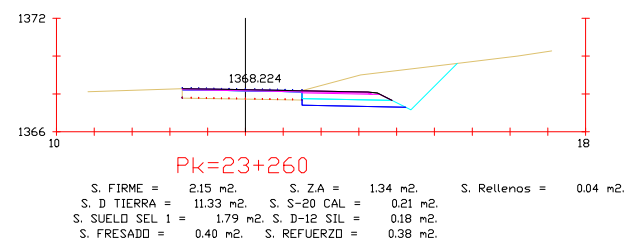
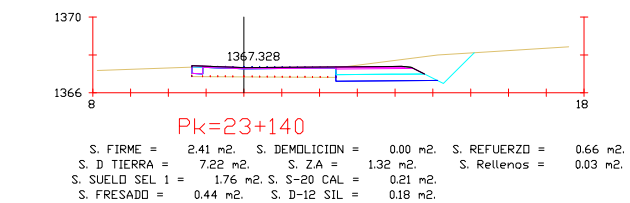
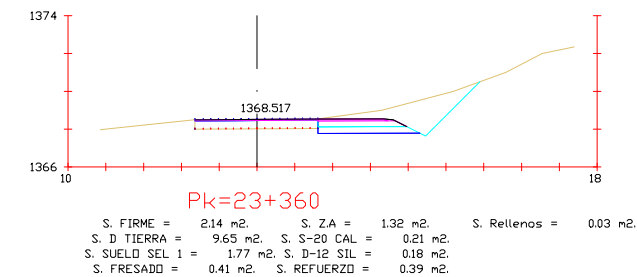
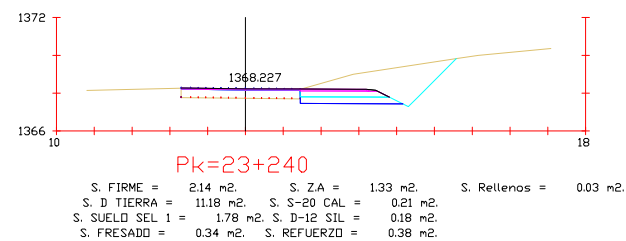
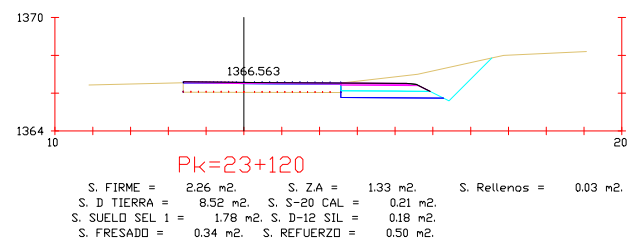
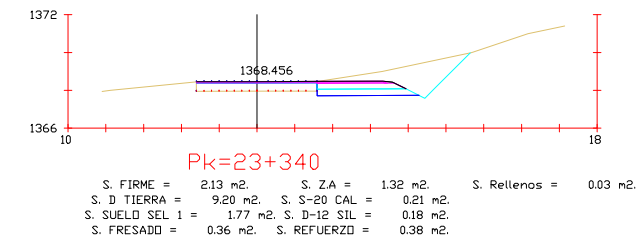
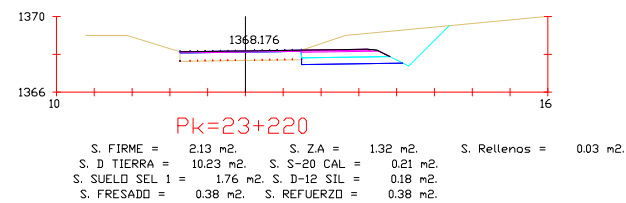
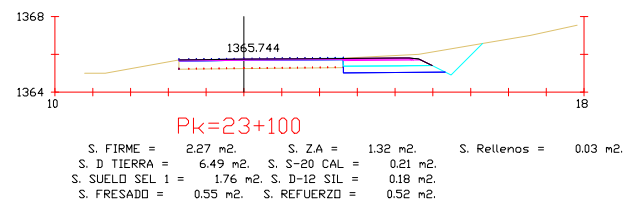
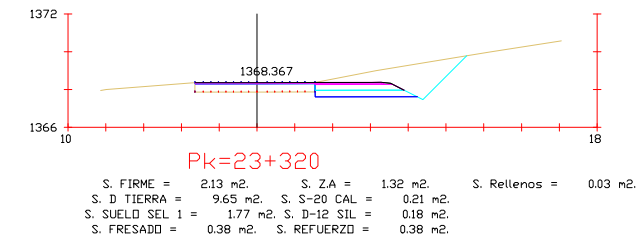
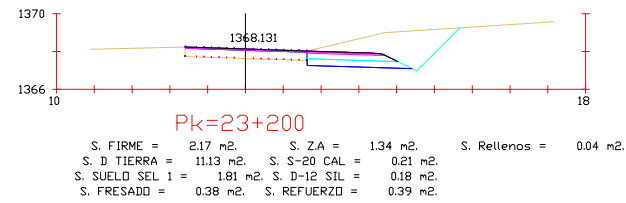
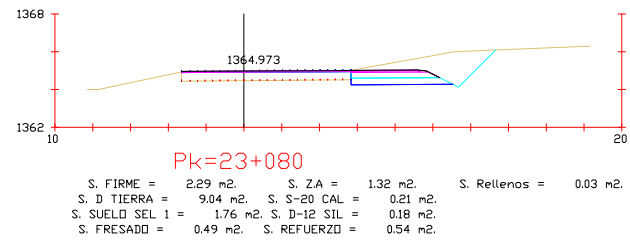
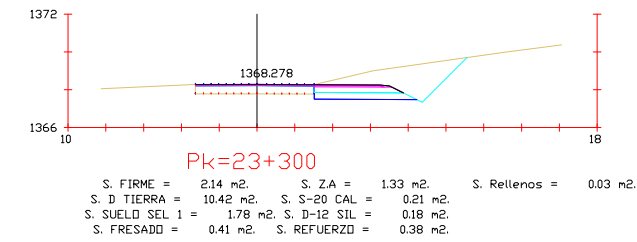
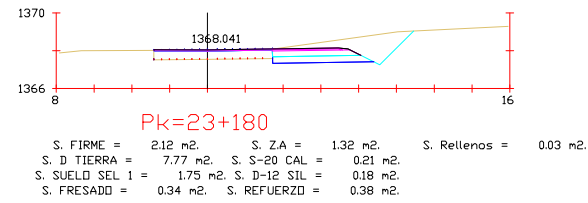
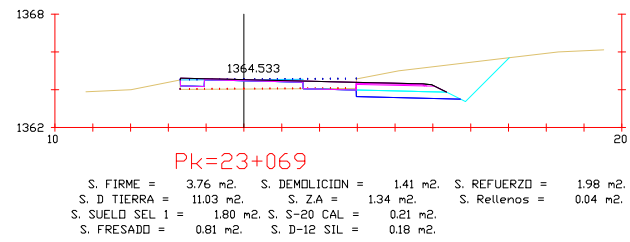
PK= 26+670.986
 CV= 1407.274
 KV= 1200.000
 W = 0.048
 Lv= 57.837
 D = -0.348

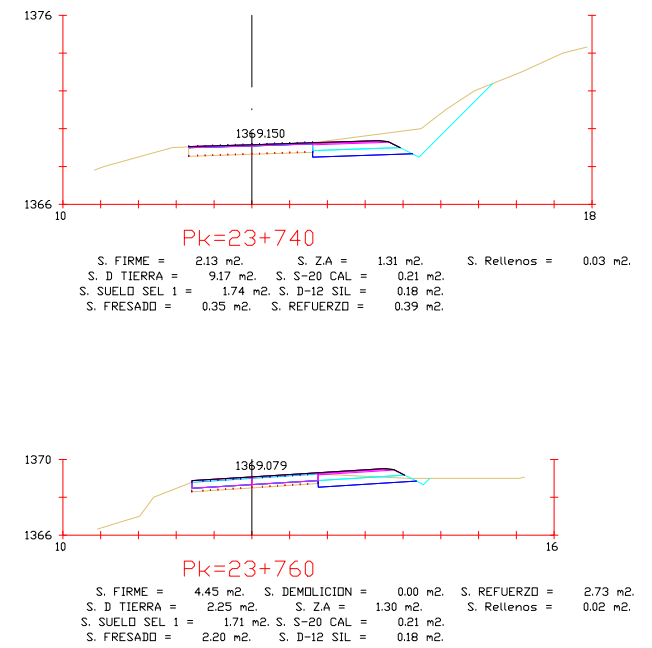
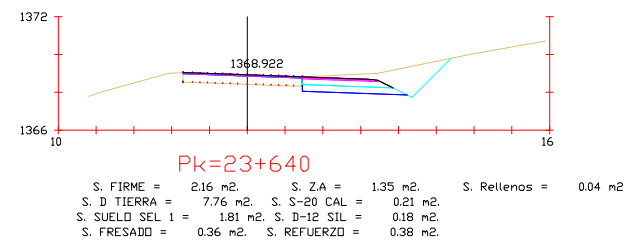
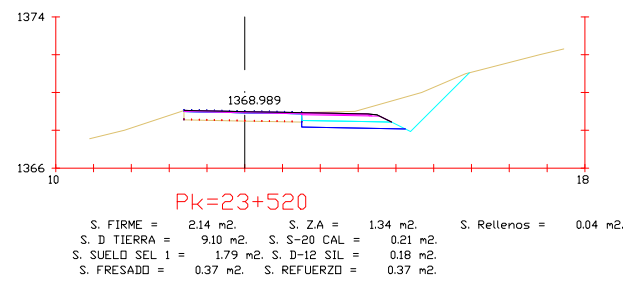
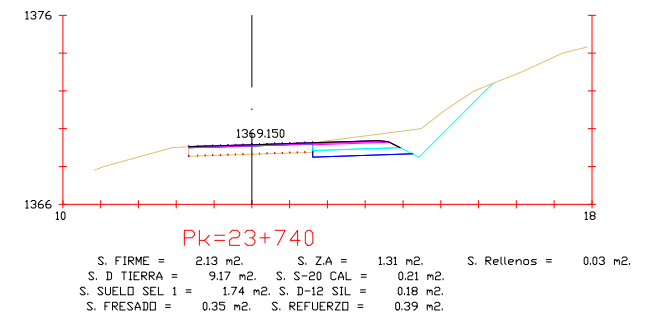
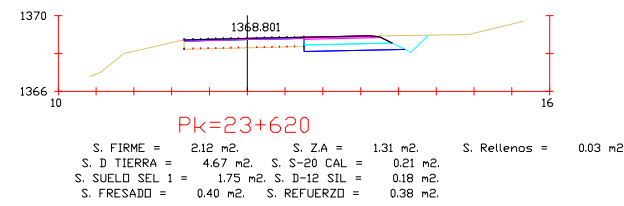
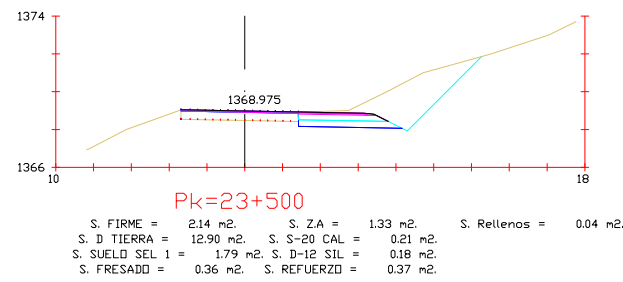
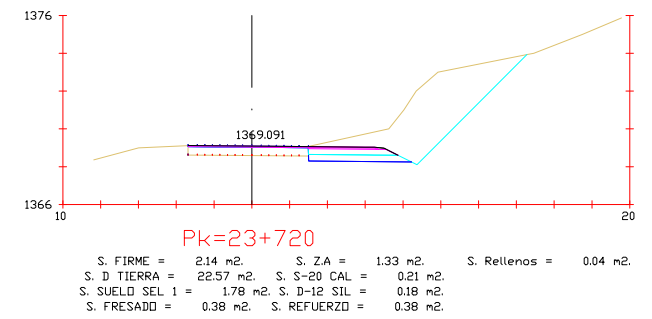
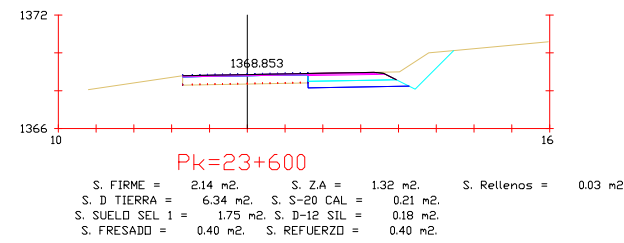
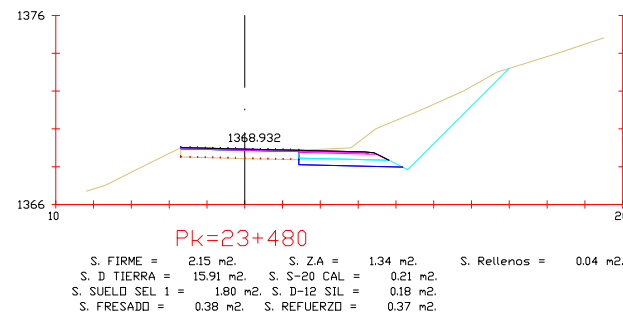
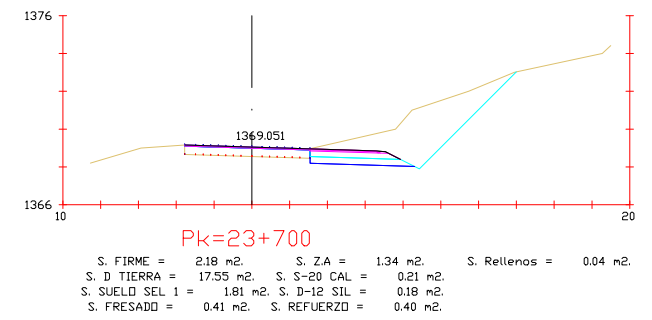
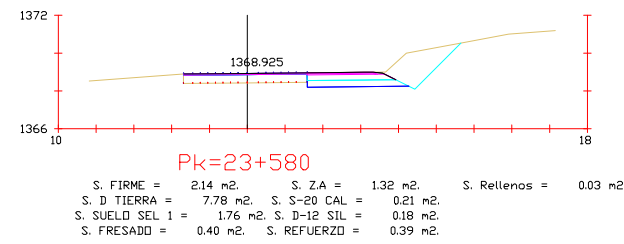
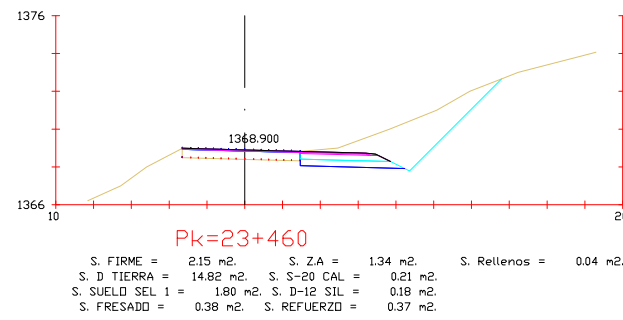
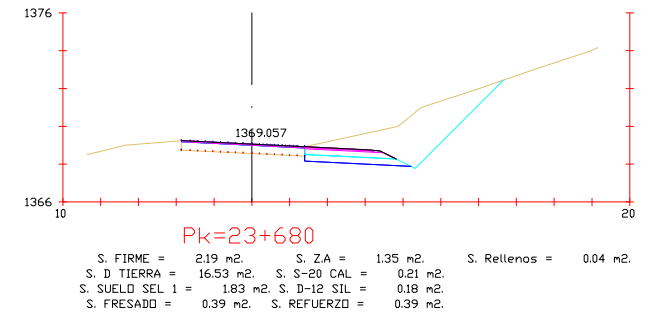
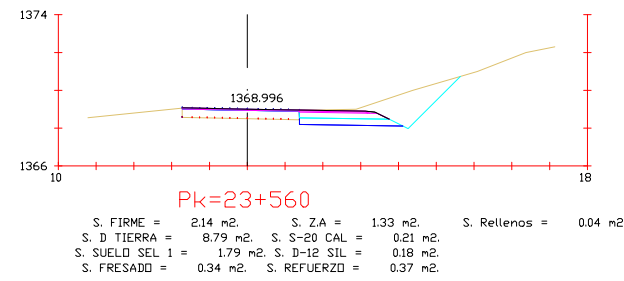
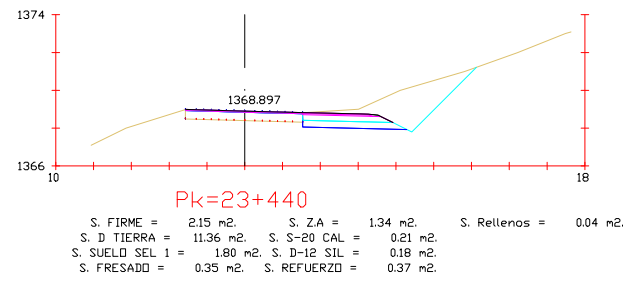
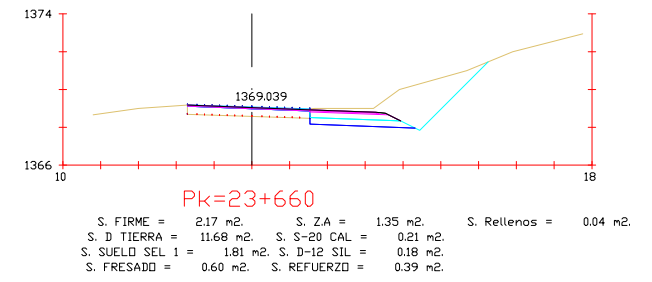
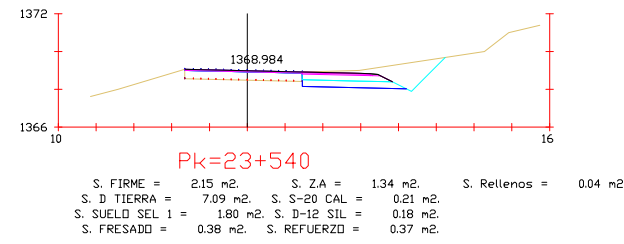
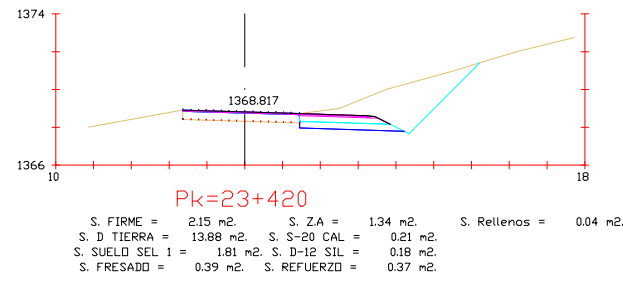


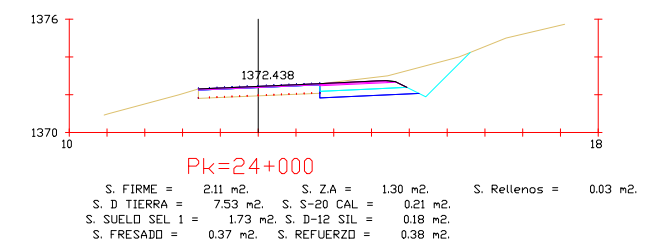
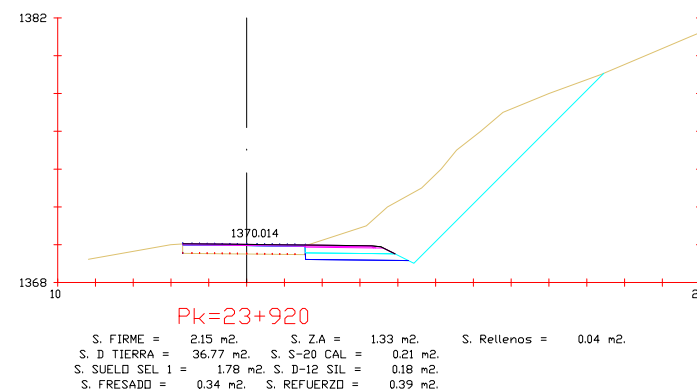
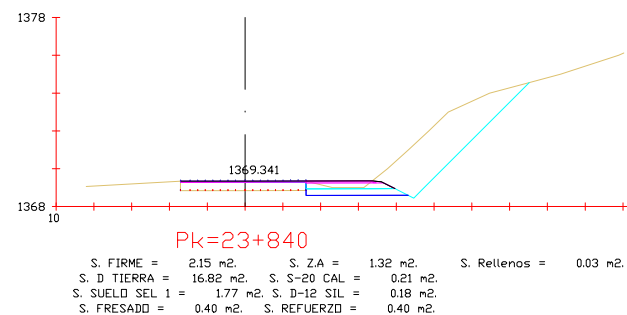
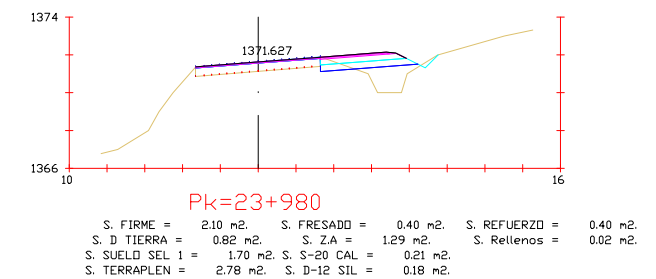
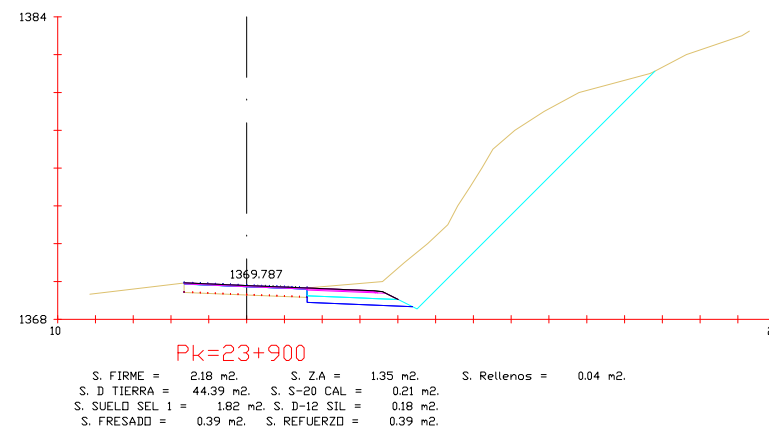
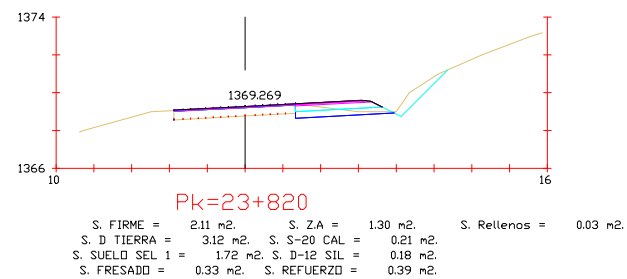
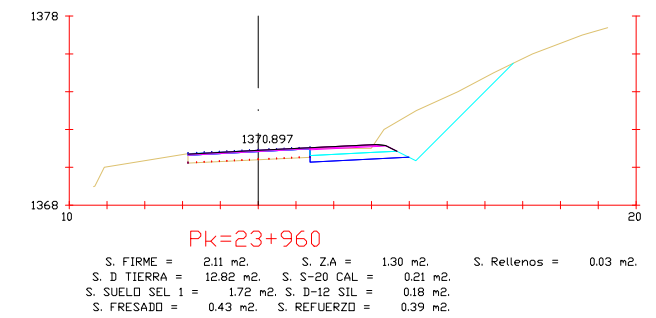
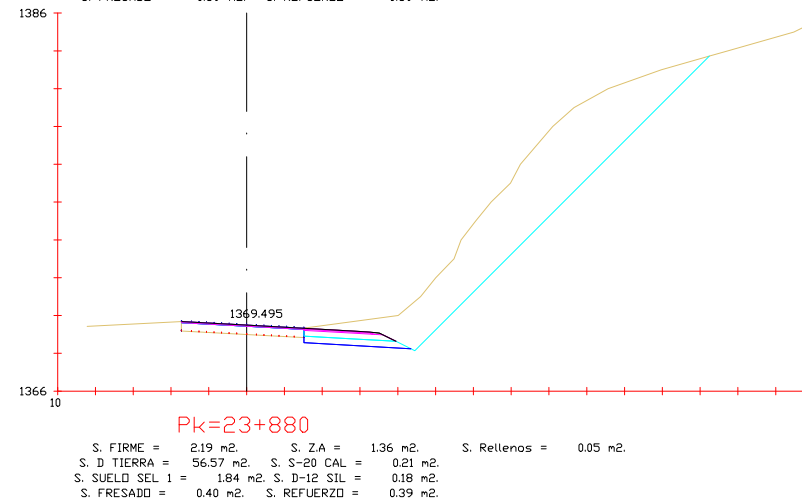
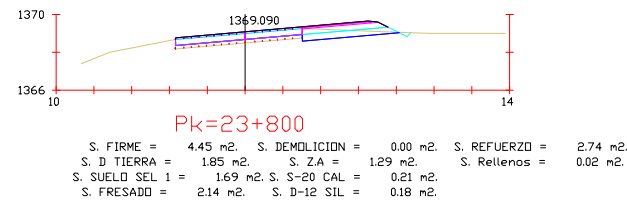
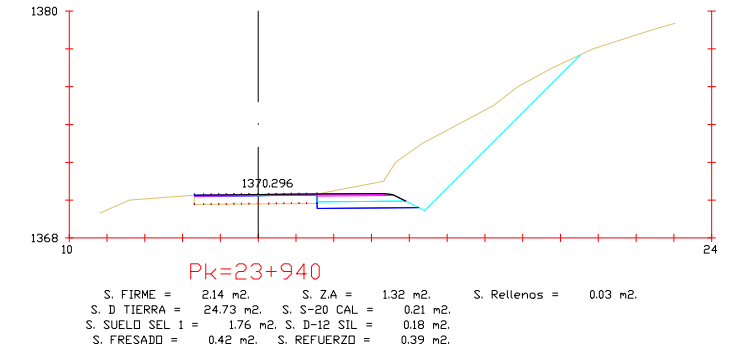
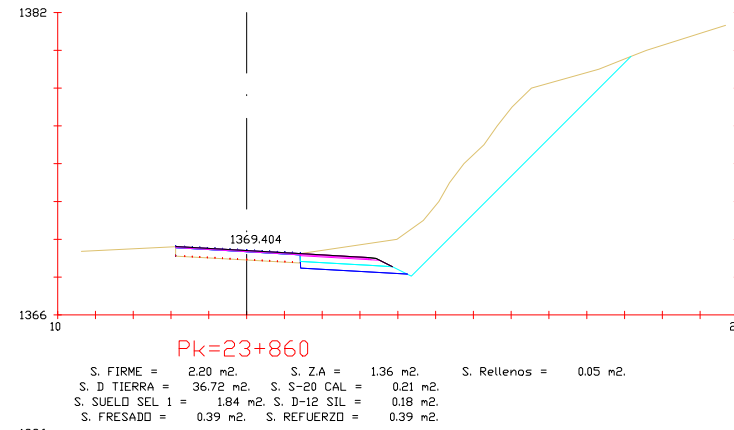
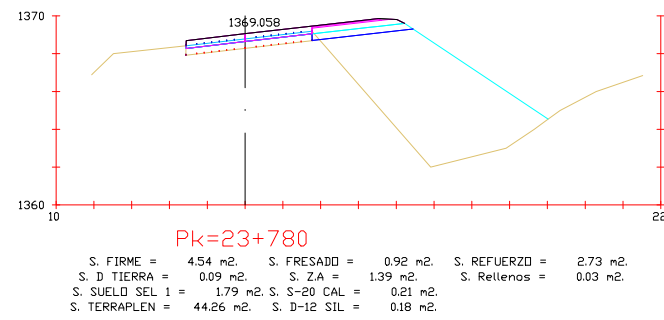
PLANO DE COMPARACION		1392																					1426															
P.K.		26+600					26+800					27+000					27+200																					
DISTANCIAS	AL ORIGEN	560.000	600.000	620.000	640.000	660.000	680.000	700.000	720.000	740.000	760.000	780.000	800.000	820.000	840.000	860.000	880.000	900.000	920.000	940.000	960.000	980.000	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000		
	PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
ORDENADAS	RASANTE	1405.329	1406.092	1406.661	1407.020	1407.318	1407.547	1407.710	1407.808	1407.841	1407.810	1407.716	1407.561	1407.337	1407.055	1406.726	1406.352	1405.934	1405.473	1405.070	1404.626	1404.142	1403.619	1403.058	1402.460	1401.826	1401.157	1400.454	1399.718	1398.949	1398.148	1397.315	1396.450	1395.554	1394.627	1393.669	1392.680	
	TERRENO	1405.49	1406.09	1406.74	1407.10	1407.319	1407.47	1407.57	1407.61	1407.59	1407.52	1407.39	1407.21	1406.98	1406.61	1406.10	1405.56	1405.00	1404.41	1403.79	1403.15	1402.49	1401.81	1401.10	1400.37	1399.63	1398.88	1398.12	1397.34	1396.54	1395.72	1394.89	1394.05	1393.20	1392.34	1391.47	1390.59	1389.70
COTAS ROJAS	DESMONTE			0.08	0.08	0.13	1.88	5.94	9.38	9.64	7.21	5.87	3.88	1.99	1.48	1.61	0.63	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	
	TERRAPLEN	0.04	0.00																																			0.03
ACUERDOS VERTICALES					26+642.067 1407.037			26+695.004 1408.905																														
DIAGRAMA DE CURVATURAS		R=210	A=60	R=80		A=60		A=120	R=200	A=35	R=45	RECTA	R=150	R=120	RECTA	R=250	RECTA																					
DIAGRAMA DE PERALTES		BD. 0.12%																																				

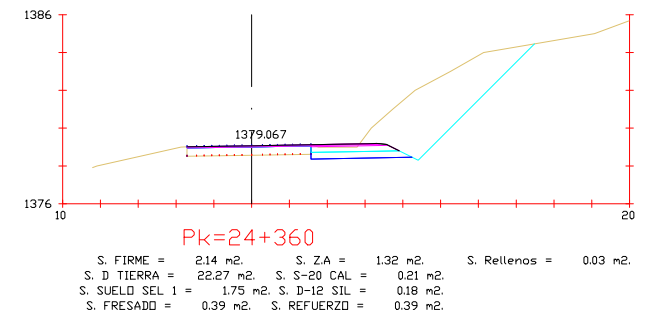
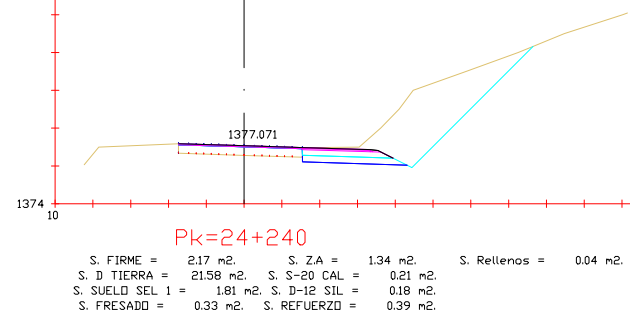
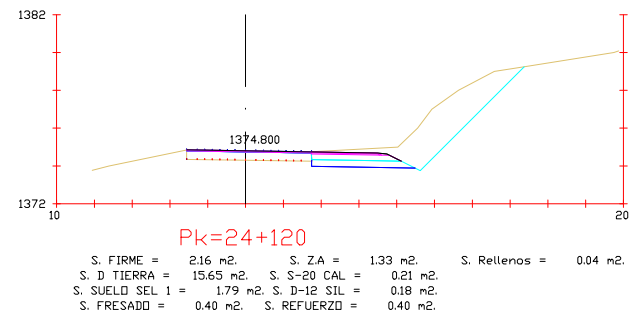
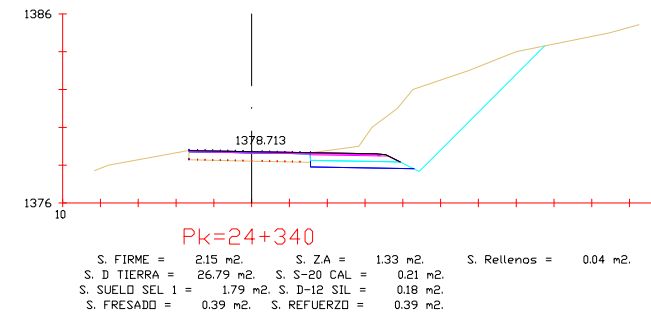
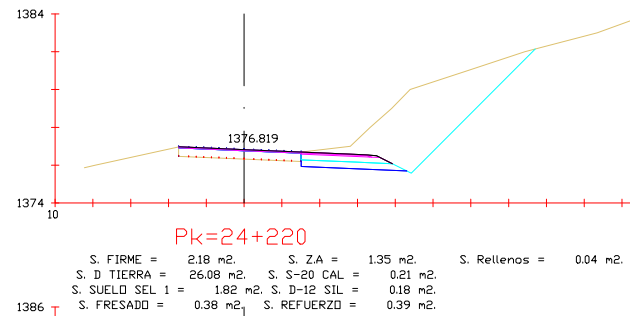
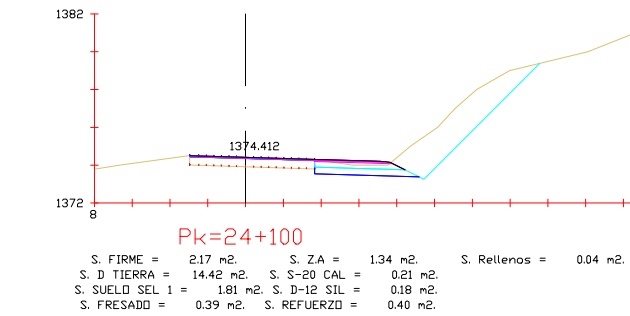
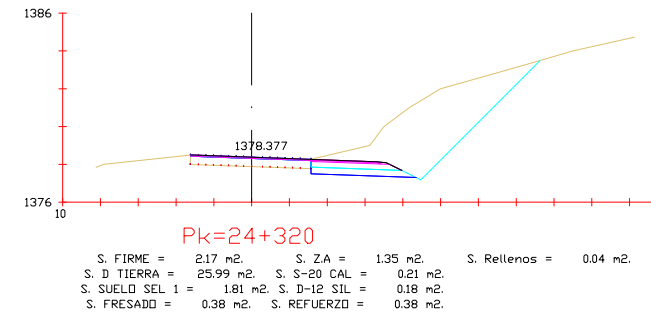
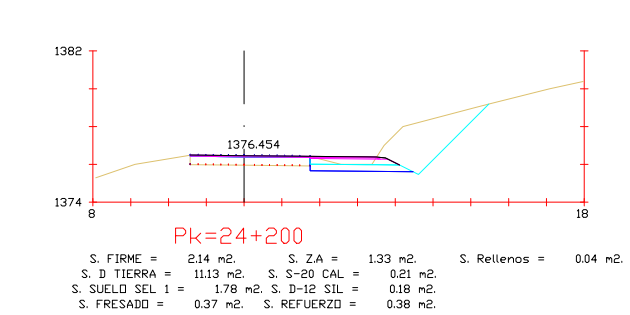
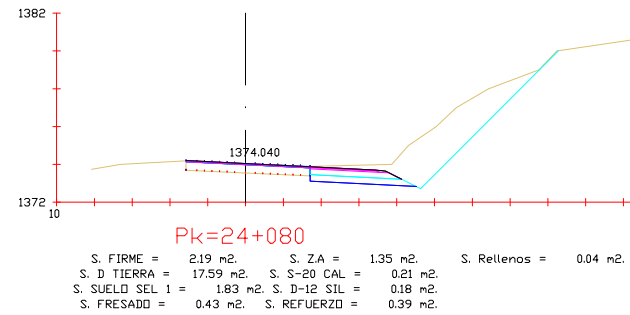
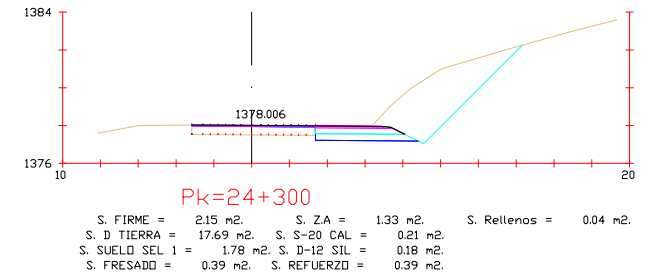
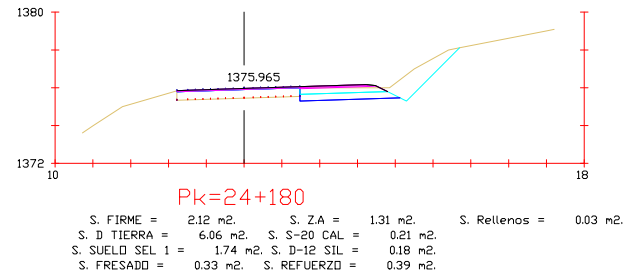
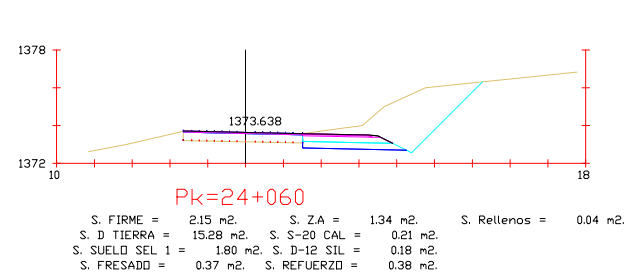
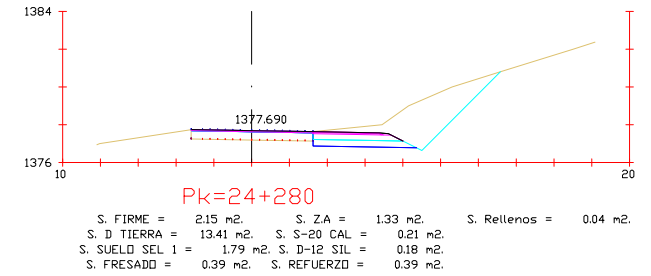
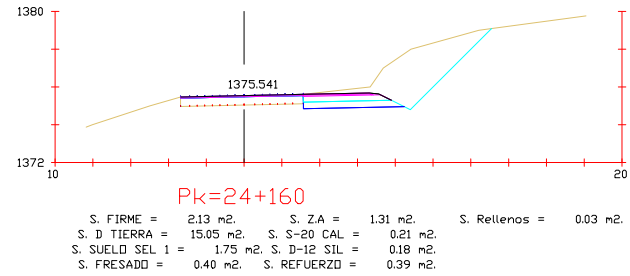
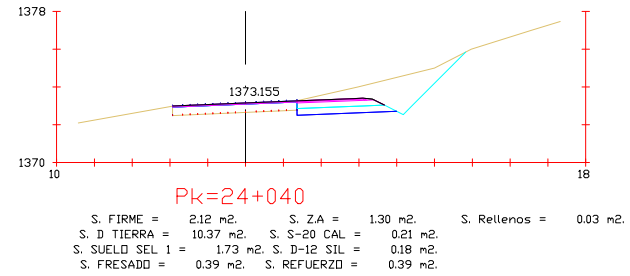
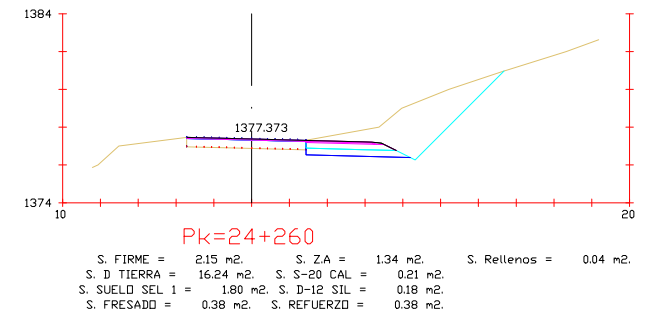
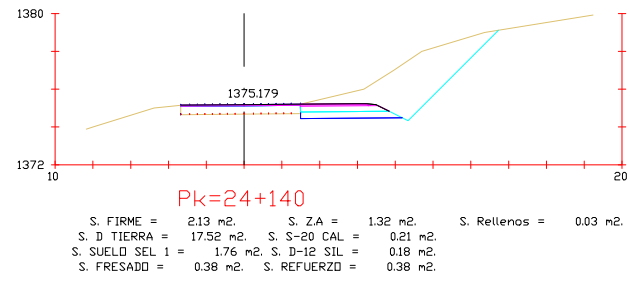
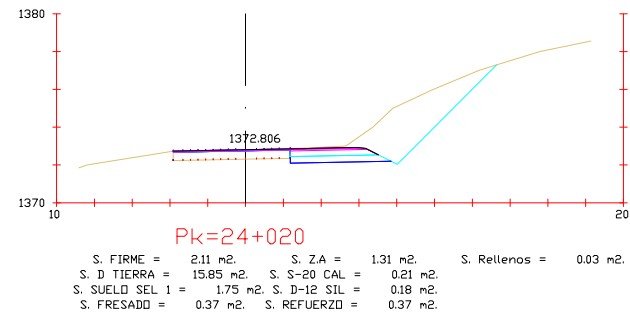


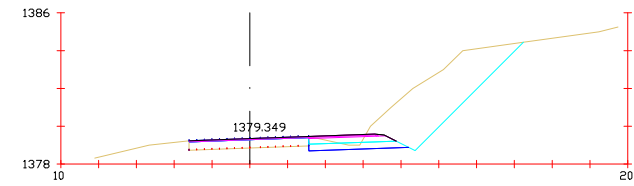
PLANO DE COMPARACION		1486																					1522																																																										
P.K.		28+000																				28+200																				28+400																				28+600																			
DISTANCIAS	AL ORIGEN	980.000	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	280.000	300.000	320.000	340.000	360.000	380.000	400.000	420.000	440.000	460.000	480.000	500.000	520.000	540.000	560.000	580.000	600.000	620.000																																															
	PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000																																															
ORDENADAS	RASANTE	-1493.795	-1495.095	-1496.469	-1497.802	-1499.096	-1500.371	-1501.697	-1503.038	-1504.440	-1505.790	-1507.134	-1508.487	-1509.863	-1511.225	-1512.694	-1514.156	-1515.596	-1516.822	-1518.096	-1519.323	-1520.676	-1522.100	-1523.490	-1524.926	-1526.190	-1527.640	-1528.956	-1530.441	-1531.747	-1533.022	-1534.366	-1535.766	-1537.307																																															
	TERRENO	-1493.80	-1495.10	-1496.47	-1497.80	-1499.10	-1500.37	-1501.70	-1503.04	-1504.44	-1505.79	-1507.13	-1508.49	-1509.86	-1511.22	-1512.69	-1514.16	-1515.51	-1516.82	-1518.09	-1519.32	-1520.68	-1522.10	-1523.49	-1524.93	-1526.19	-1527.64	-1528.95	-1530.44	-1531.75	-1533.02	-1534.36	-1535.76	-1537.31																																															
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																															
	TERRAPLEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																															
ACUERDOS VERTICALES																																																																																	
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA																				RECTA																				RECTA																				RECTA																			
DIAGRAMA DE PERALTES		BORDE DERECHO																				BORDE DERECHO																				BORDE DERECHO																				BORDE DERECHO																			
		BORDE IZQUIERDO																				BORDE IZQUIERDO																				BORDE IZQUIERDO																				BORDE IZQUIERDO																			



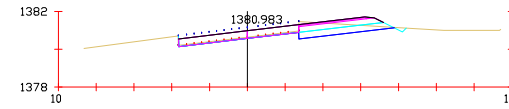




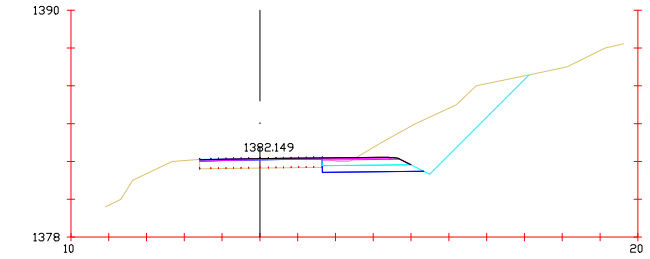




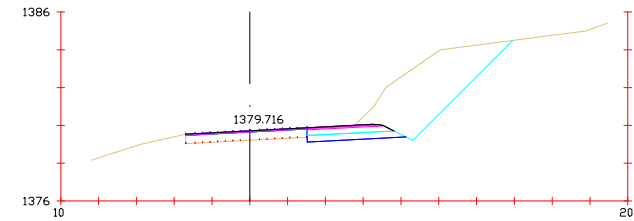
Pk=24+380
 S. FIRME = 2.11 m². S. ZA = 1.31 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 18.70 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.74 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



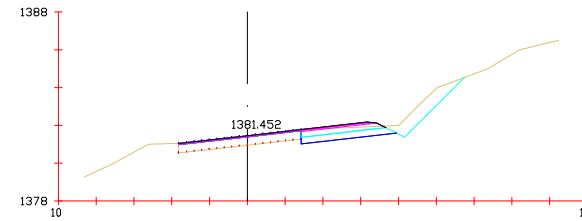
Pk=24+480
 S. FIRME = 4.29 m². S. DEMOLICION = 3.18 m². S. REFUERZO = 2.60 m².
 S. D TIERRA = 2.89 m². S. ZA = 1.27 m². S. Rellenos = 0.02 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.67 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.00 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



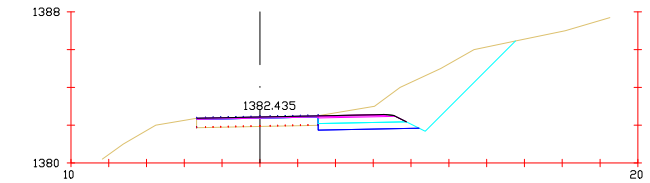
Pk=24+580
 S. FIRME = 2.14 m². S. ZA = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 17.56 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.43 m². S. REFUERZO = 0.39 m².



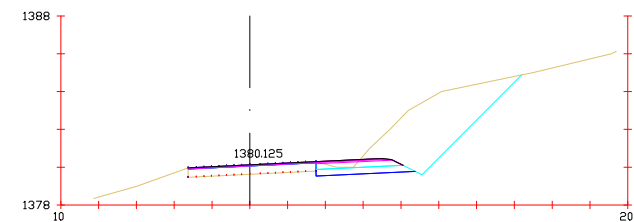
Pk=24+400
 S. FIRME = 2.11 m². S. ZA = 1.30 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 20.65 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



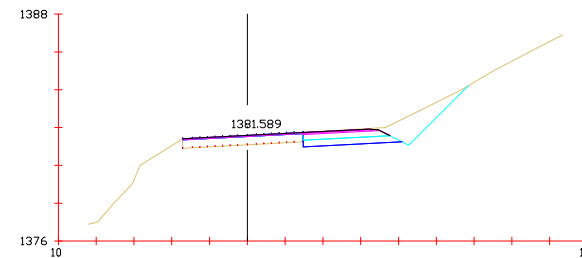
Pk=24+500
 S. FIRME = 2.08 m². S. ZA = 1.27 m². S. Rellenos = 0.02 m².
 S. D TIERRA = 5.41 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.67 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.39 m².



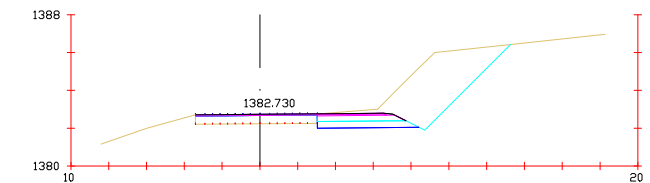
Pk=24+600
 S. FIRME = 2.13 m². S. ZA = 1.31 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 16.40 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



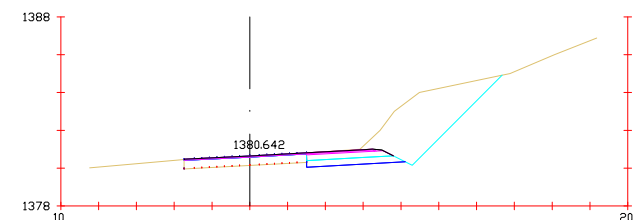
Pk=24+420
 S. FIRME = 2.13 m². S. ZA = 1.30 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 19.71 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.38 m². S. REFUERZO = 0.41 m².



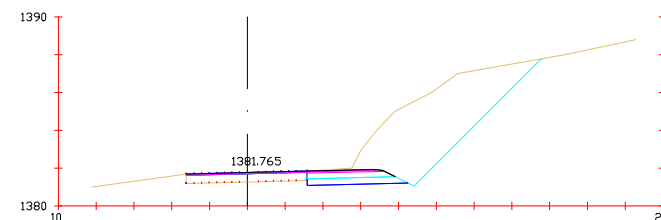
Pk=24+520
 S. FIRME = 2.10 m². S. ZA = 1.30 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 7.16 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



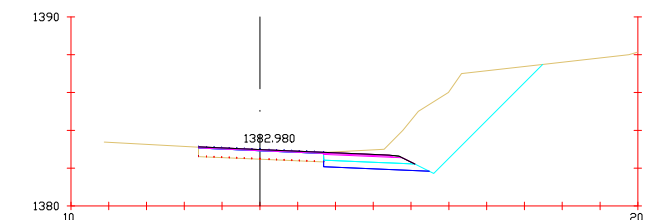
Pk=24+620
 S. FIRME = 2.13 m². S. ZA = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 17.36 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.38 m². S. REFUERZO = 0.39 m².



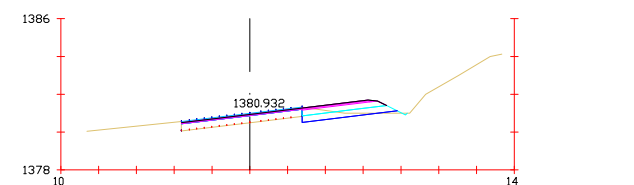
Pk=24+440
 S. FIRME = 2.11 m². S. ZA = 1.30 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 17.03 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.71 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.35 m². S. REFUERZO = 0.39 m².



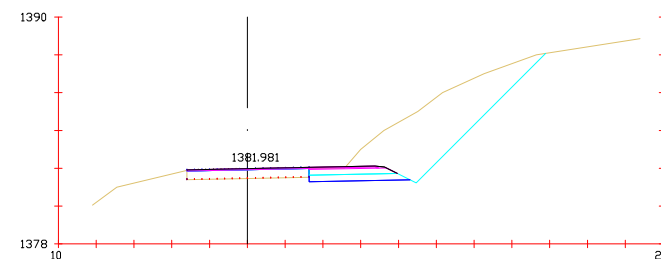
Pk=24+540
 S. FIRME = 2.12 m². S. ZA = 1.31 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 29.14 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



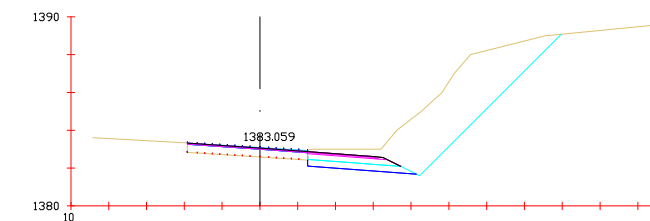
Pk=24+640
 S. FIRME = 2.19 m². S. ZA = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 22.95 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.82 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.31 m². S. REFUERZO = 0.40 m².



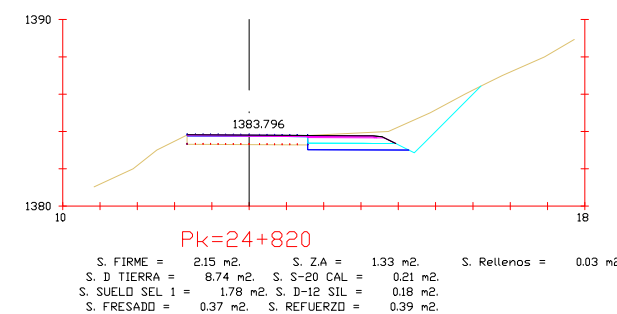
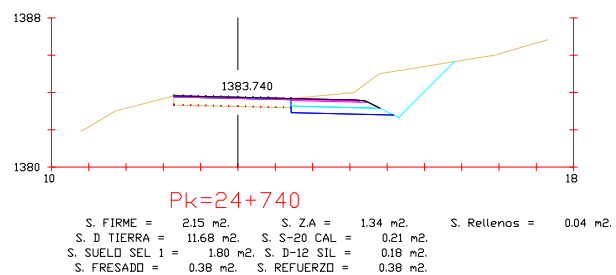
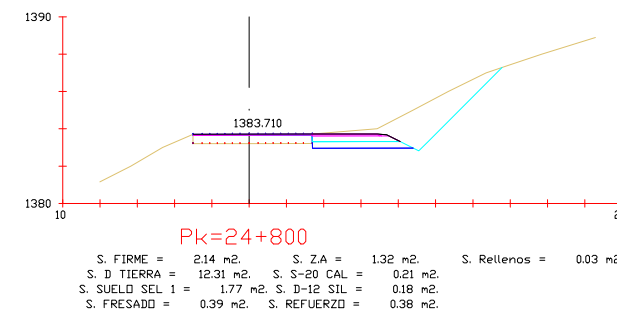
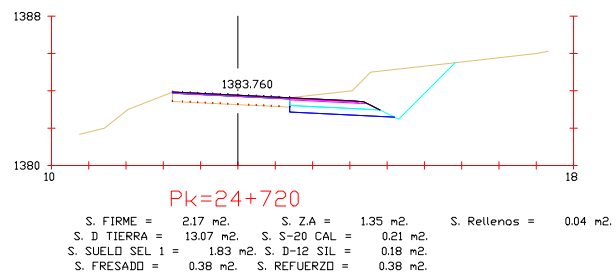
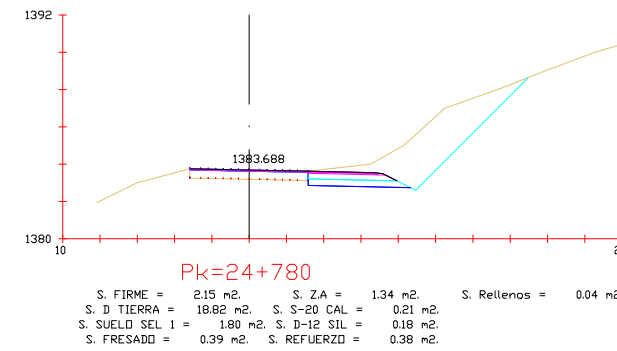
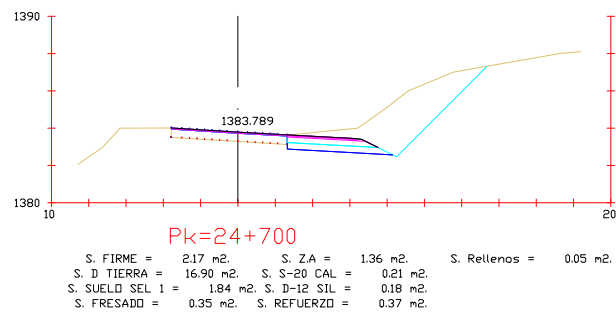
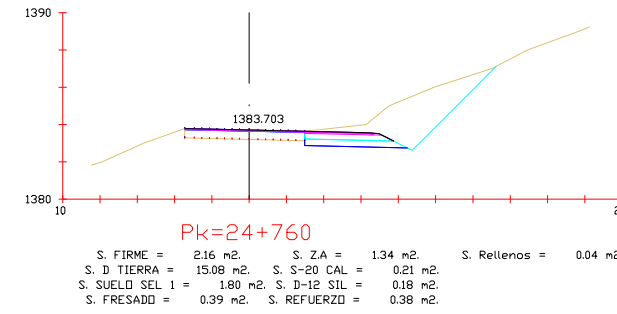
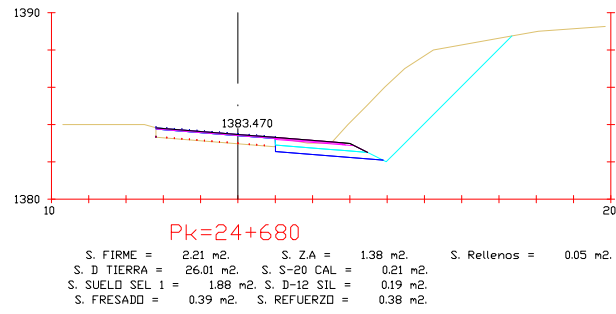
Pk=24+460
 S. FIRME = 2.07 m². S. FRESADO = 0.78 m². S. REFUERZO = 0.38 m².
 S. D TIERRA = 1.36 m². S. ZA = 1.27 m². S. Rellenos = 0.02 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.66 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. TERRAPLEN = 0.08 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².

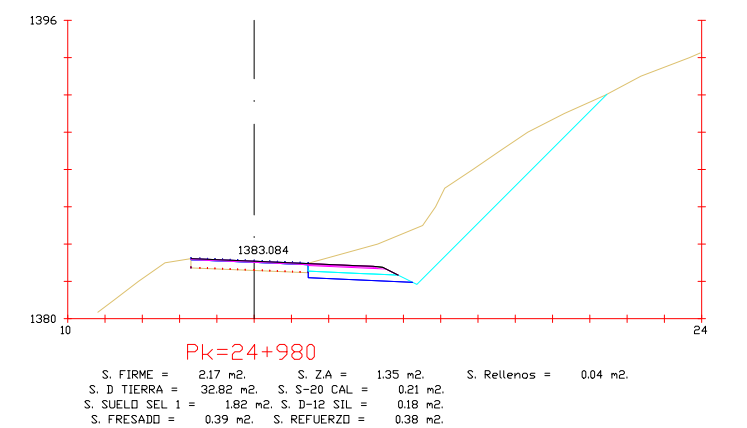
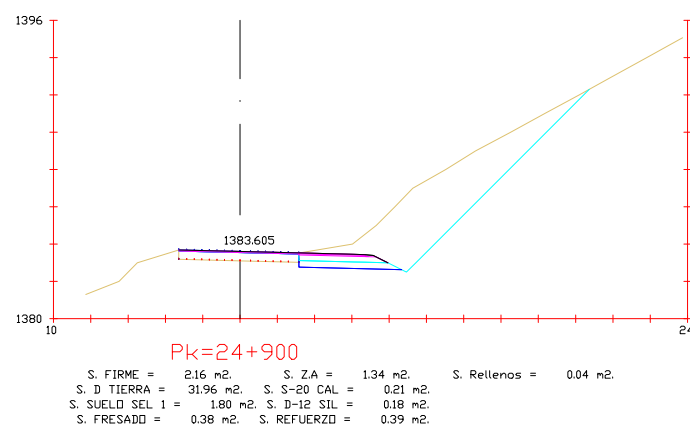
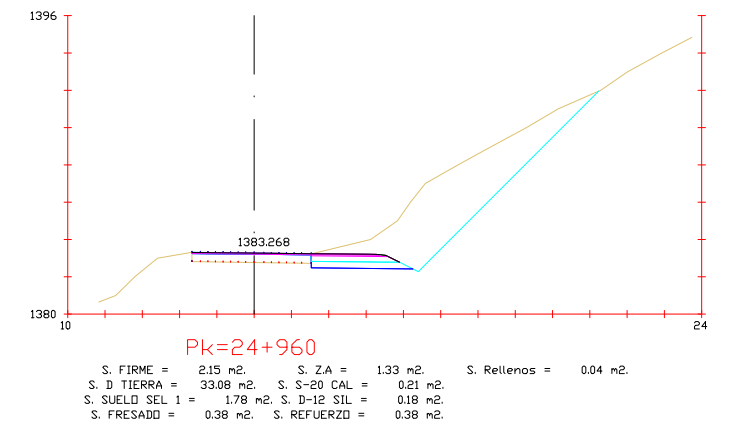
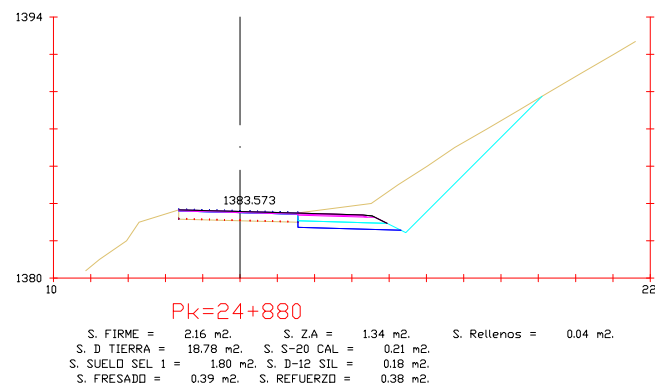
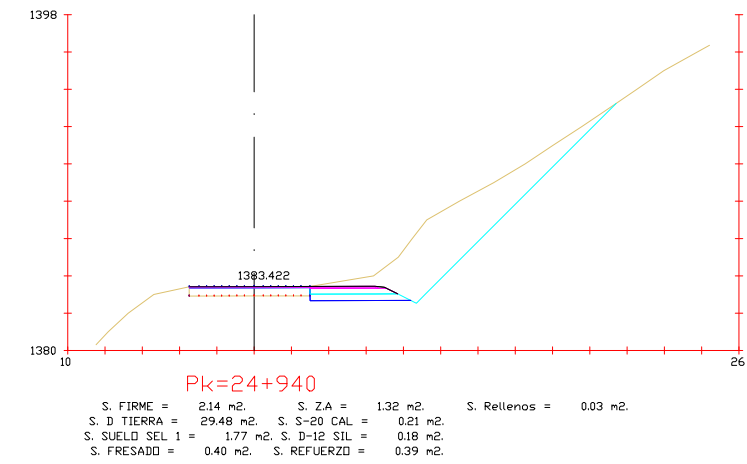
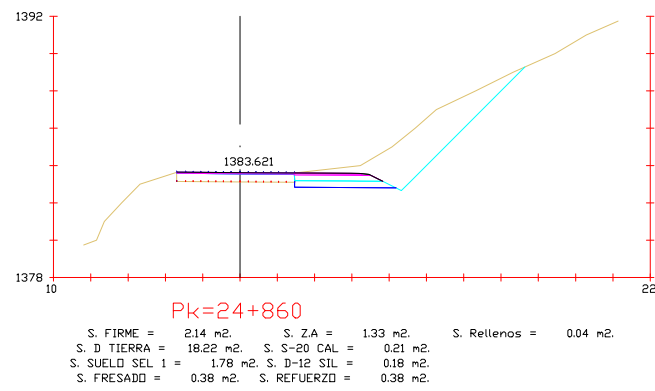
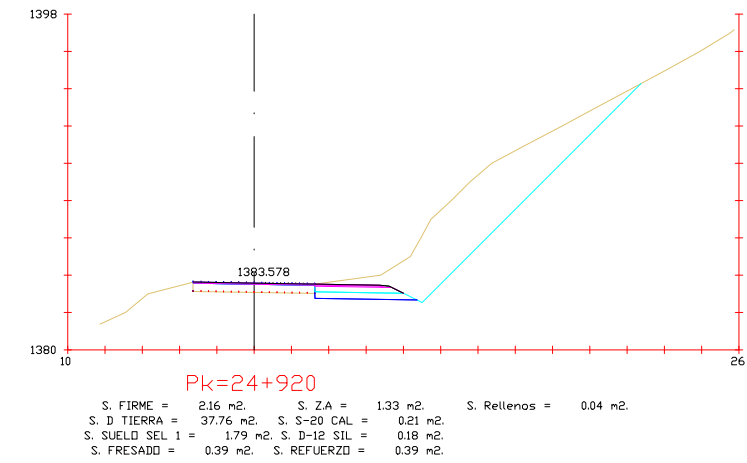
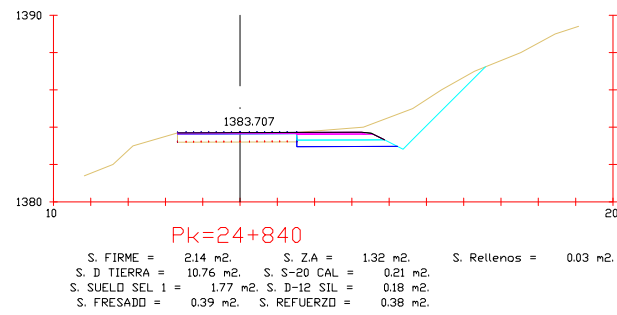


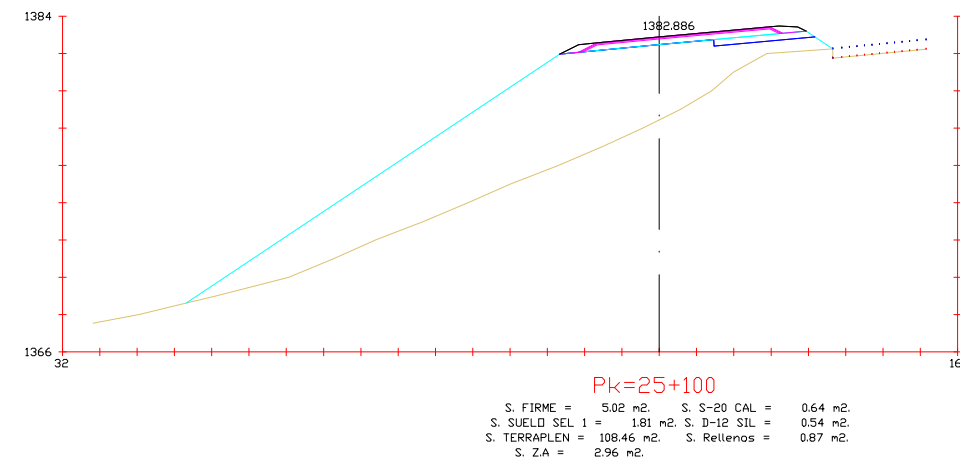
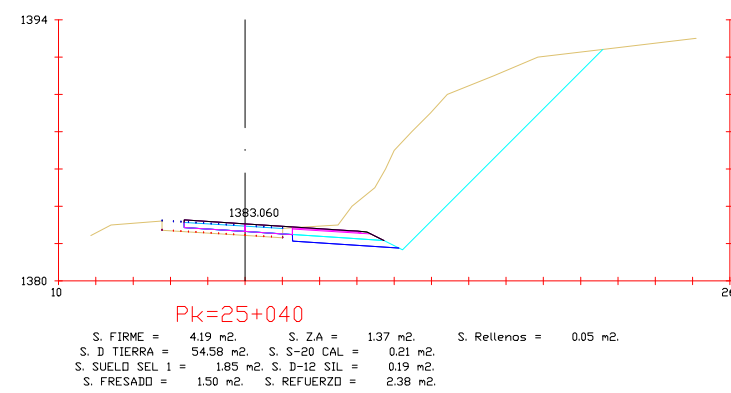
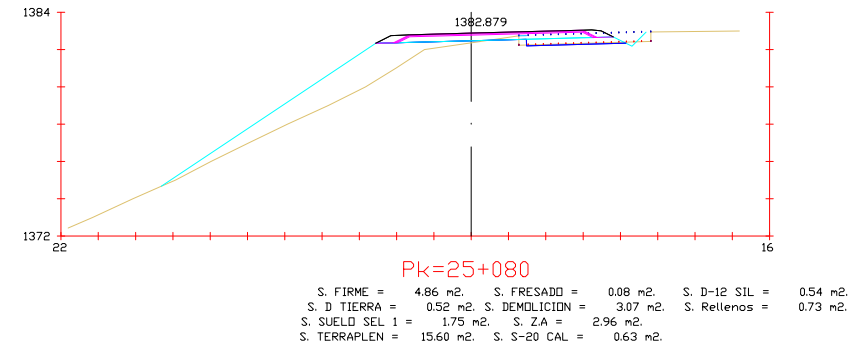
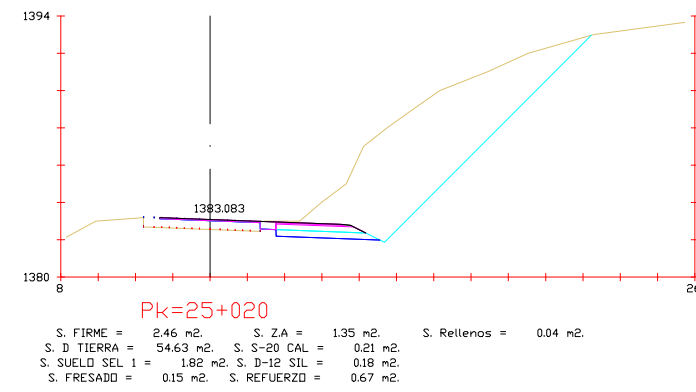
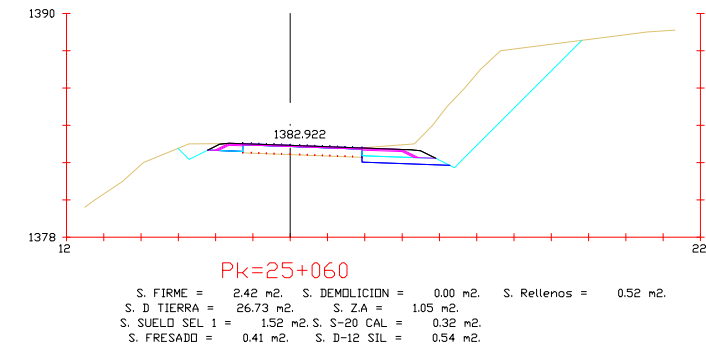
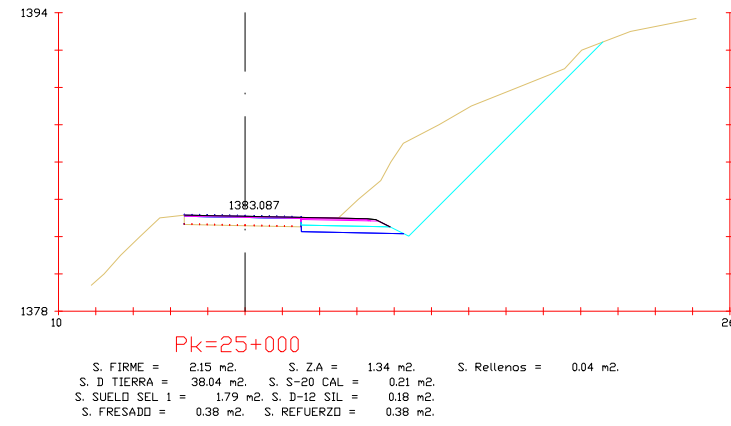
Pk=24+560
 S. FIRME = 2.13 m². S. ZA = 1.31 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 25.00 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.24 m². S. REFUERZO = 0.39 m².

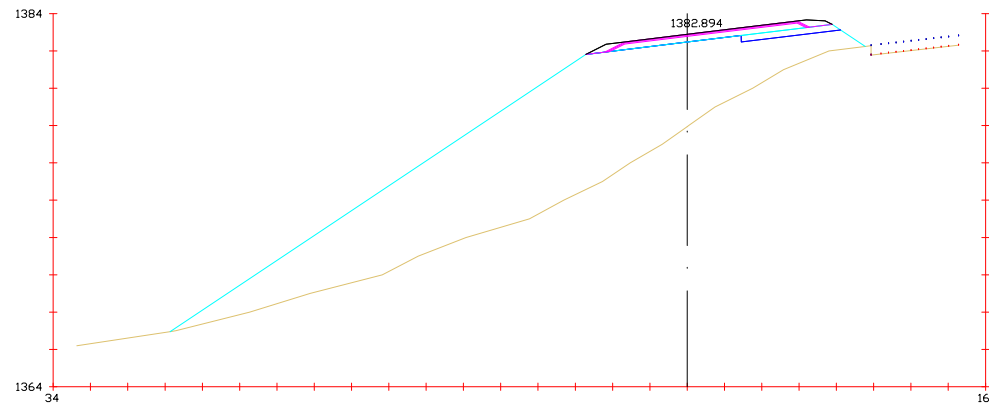


Pk=24+660
 S. FIRME = 2.20 m². S. ZA = 1.37 m². S. Rellenos = 0.05 m².
 S. D TIERRA = 27.20 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.87 m². S. D-12 SIL = 0.19 m².
 S. FRESADO = 0.54 m². S. REFUERZO = 0.38 m².

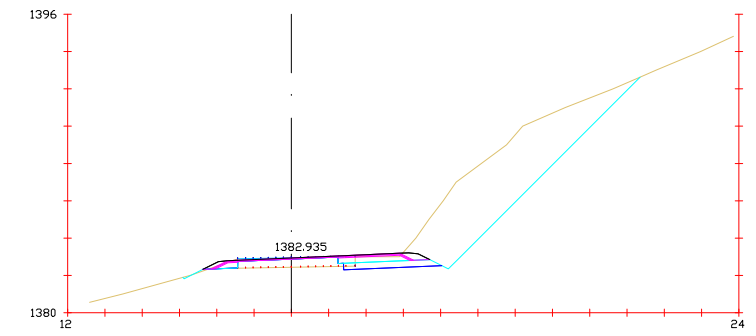




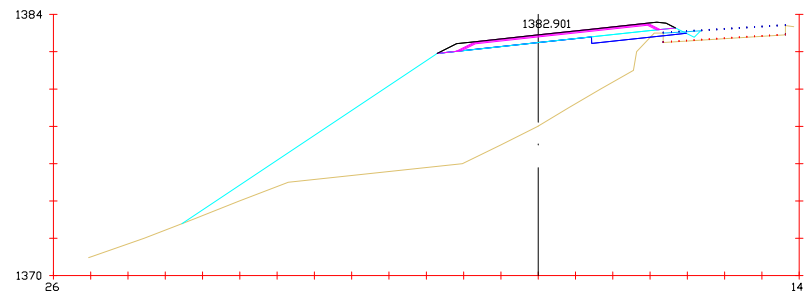




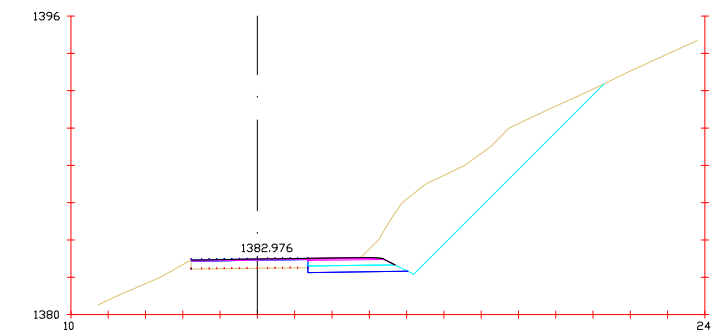
Pk=25+120
 S. FIRME = 5.00 m². S. S-20 CAL = 0.64 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. D-12 SIL = 0.54 m².
 S. TERRAPLEN = 143.87 m². S. Rellenos = 0.65 m².
 S. Z.A = 2.97 m².



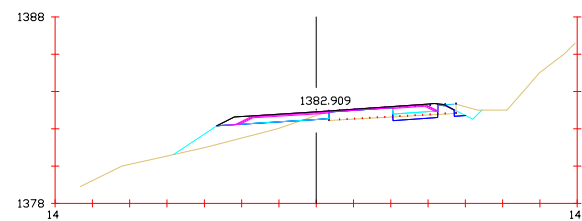
Pk=25+180
 S. FIRME = 2.75 m². S. FRESADO = 0.48 m². S. D-12 SIL = 0.54 m².
 S. D TIERRA = 34.62 m². S. DEMOLICION = 0.31 m². S. Rellenos = 0.52 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.73 m². S. Z.A = 1.33 m².
 S. TERRAPLEN = 0.03 m². S. S-20 CAL = 0.36 m².



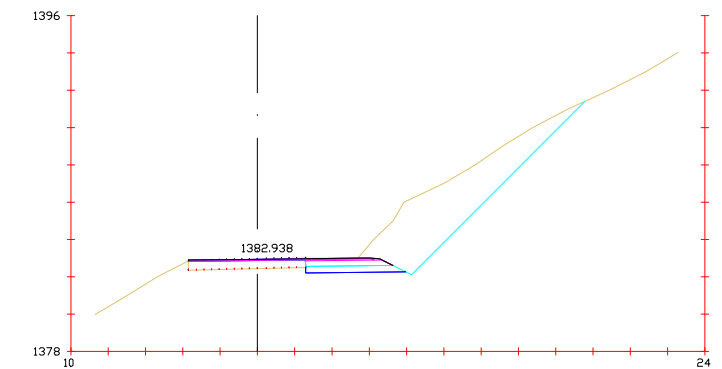
Pk=25+140
 S. FIRME = 4.87 m². S. FRESADO = 0.28 m². S. Rellenos = 0.73 m².
 S. D TIERRA = 0.10 m². S. Z.A = 2.96 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.67 m². S. S-20 CAL = 0.64 m².
 S. TERRAPLEN = 80.81 m². S. D-12 SIL = 0.54 m².



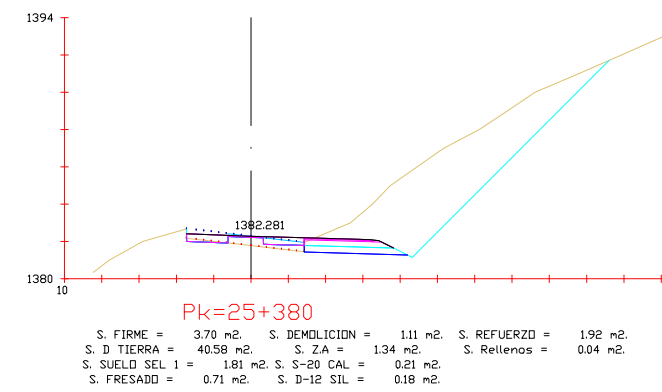
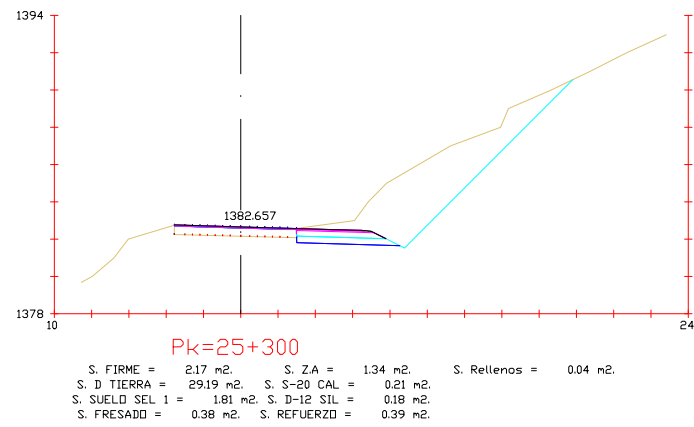
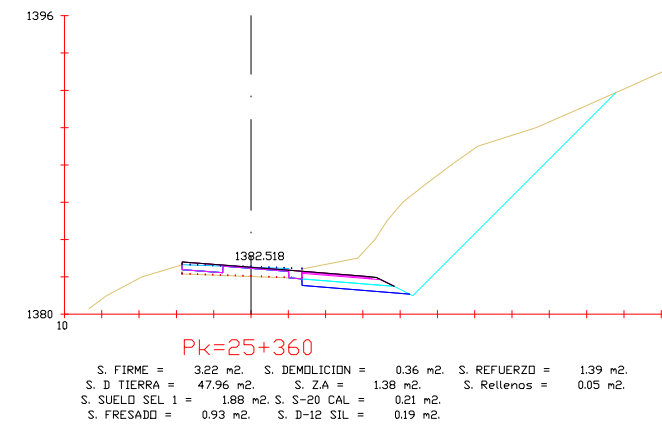
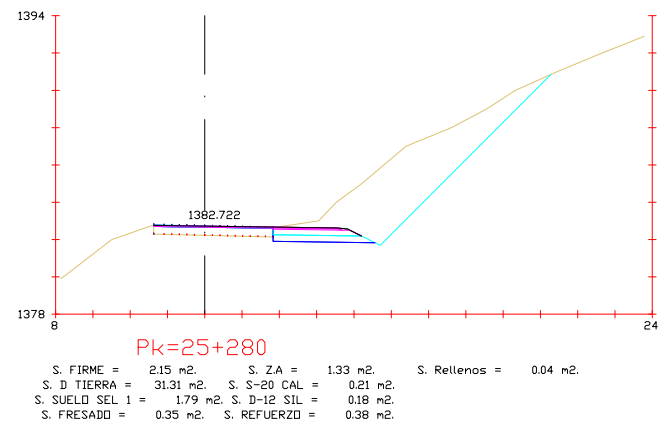
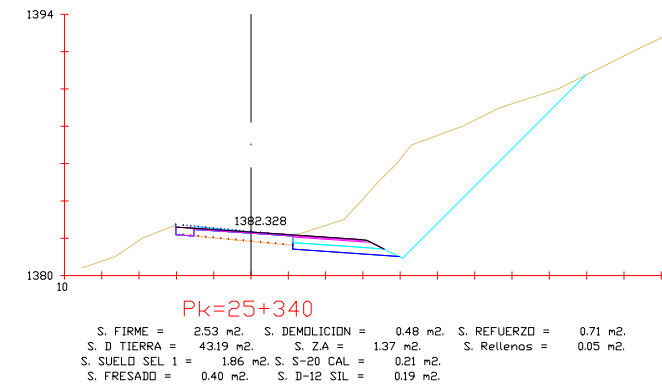
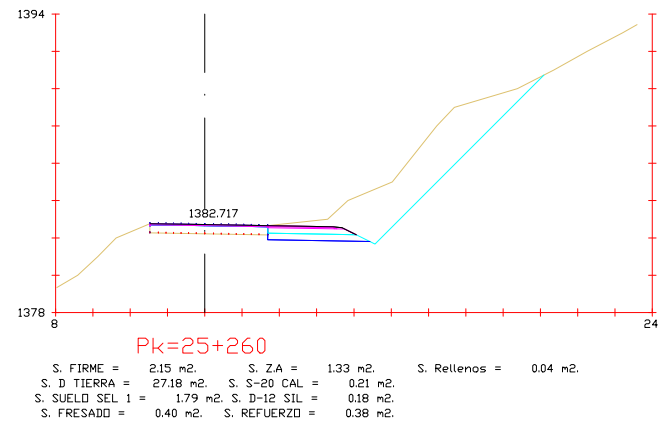
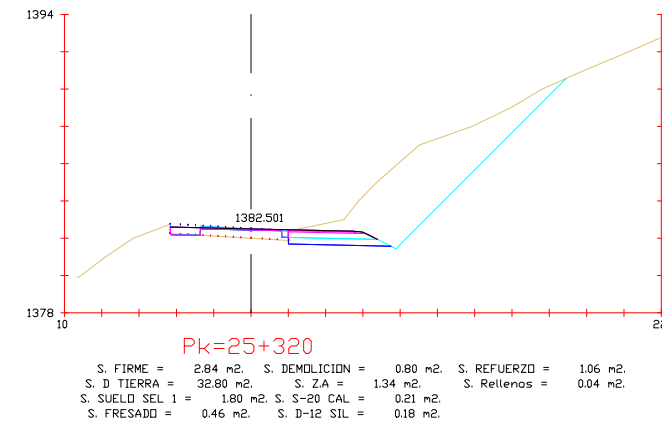
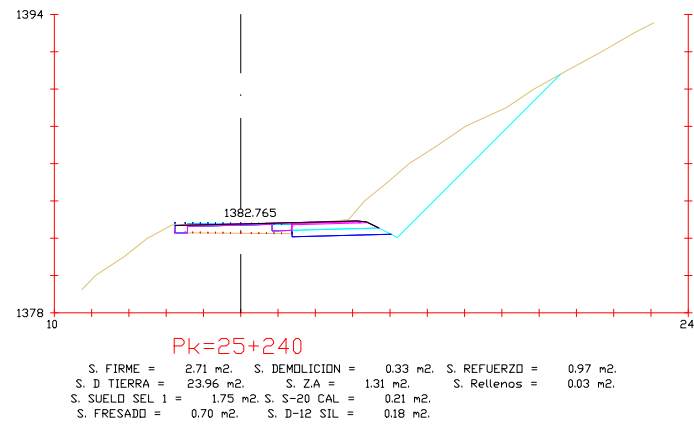
Pk=25+200
 S. FIRME = 2.12 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 33.23 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.41 m². S. REFUERZO = 0.37 m².

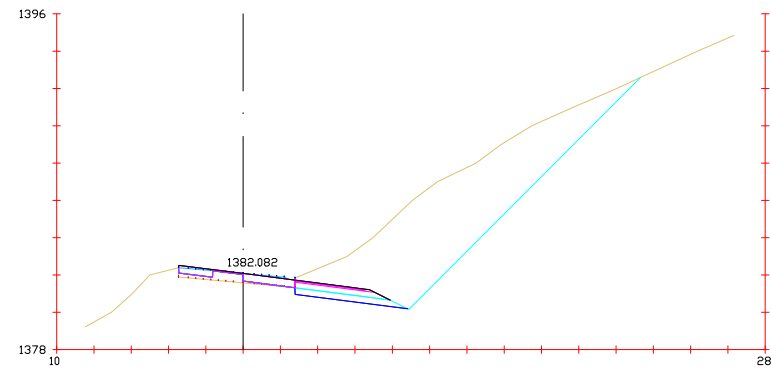


Pk=25+160
 S. FIRME = 3.49 m². S. FRESADO = 0.18 m². S. D-12 SIL = 0.54 m².
 S. D TIERRA = 1.35 m². S. DEMOLICION = 1.26 m². S. Rellenos = 0.57 m².
 S. SUELO SEL 1 = 0.95 m². S. Z.A = 1.92 m².
 S. TERRAPLEN = 3.67 m². S. S-20 CAL = 0.46 m².

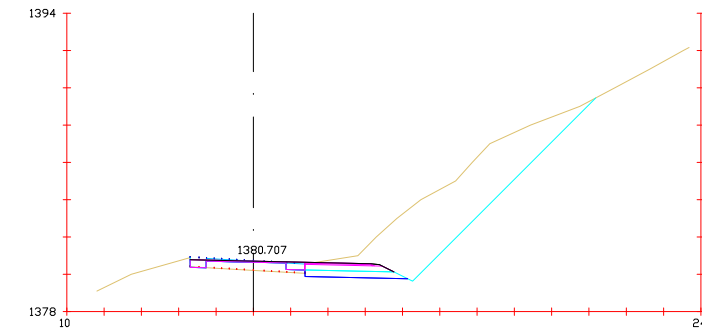


Pk=25+220
 S. FIRME = 2.12 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 28.13 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.32 m². S. REFUERZO = 0.38 m².

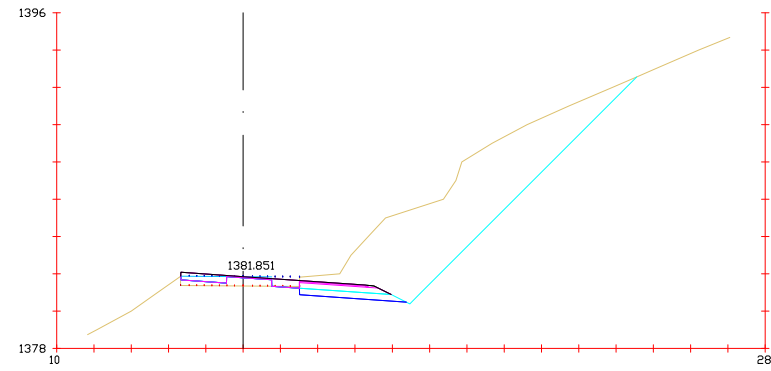




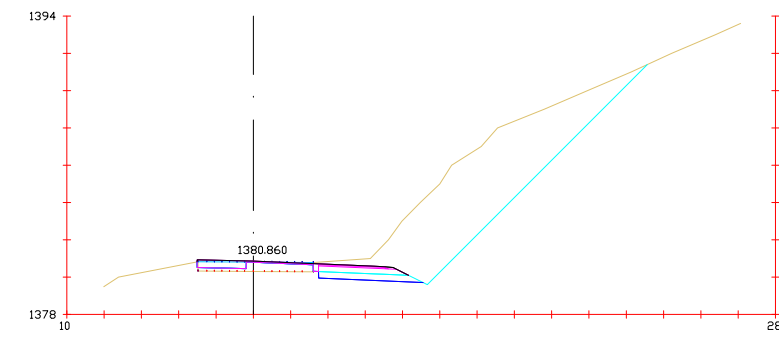
Pk=25+400
 S. FIRME = 3.85 m². S. DEMOLICION = 0.24 m². S. REFUERZO = 1.98 m².
 S. D TIERRA = 56.65 m². S. ZA = 1.41 m². S. Rellenos = 0.06 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.95 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.67 m². S. D-12 SIL = 0.19 m².



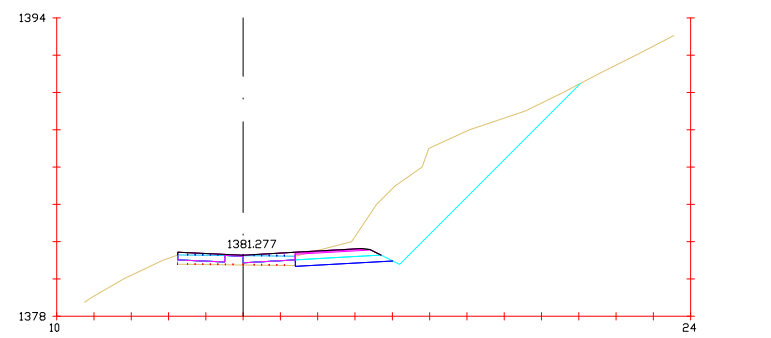
Pk=25+460
 S. FIRME = 2.79 m². S. DEMOLICION = 0.43 m². S. REFUERZO = 1.02 m².
 S. D TIERRA = 33.53 m². S. ZA = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.66 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



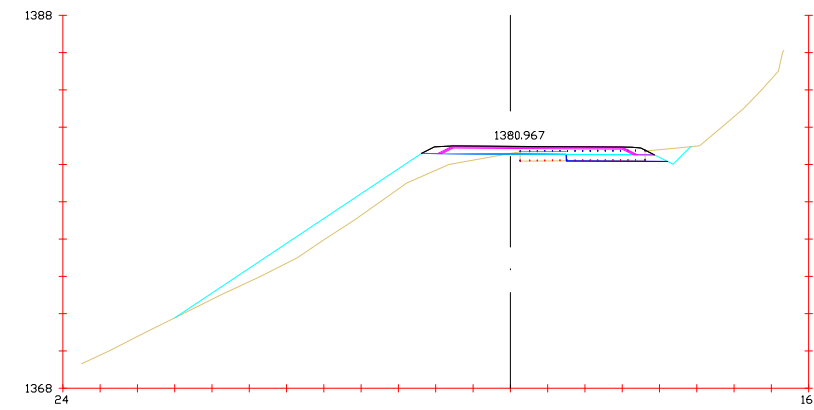
Pk=25+420
 S. FIRME = 3.58 m². S. DEMOLICION = 0.75 m². S. REFUERZO = 1.76 m².
 S. D TIERRA = 52.08 m². S. ZA = 1.37 m². S. Rellenos = 0.05 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.86 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.85 m². S. D-12 SIL = 0.19 m².



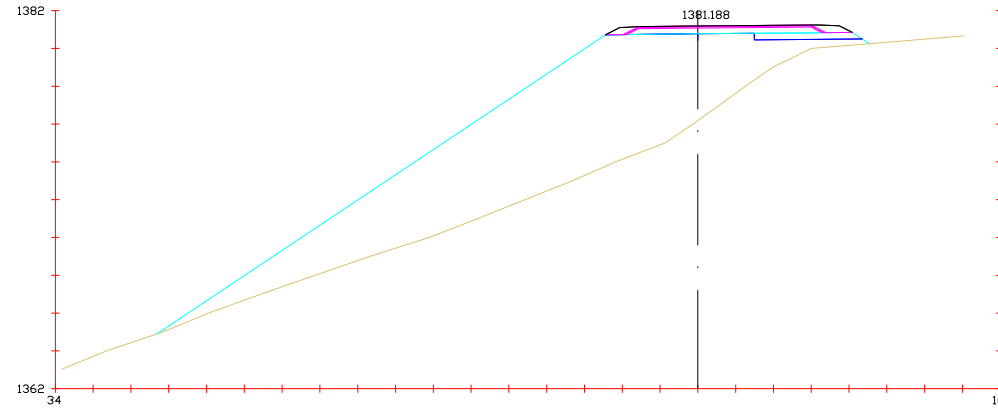
Pk=25+480
 S. FIRME = 3.20 m². S. ZA = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 48.21 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.82 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.06 m². S. REFUERZO = 1.41 m².



Pk=25+440
 S. FIRME = 3.96 m². S. ZA = 1.30 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 35.02 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.60 m². S. REFUERZO = 2.24 m².

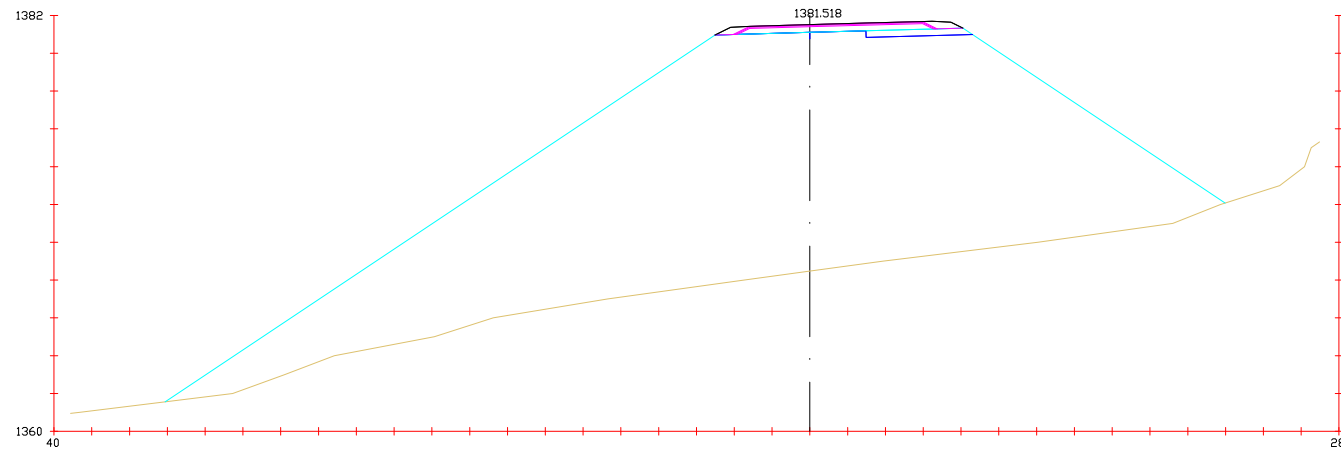


Pk=25+500
 S. FIRME = 4.75 m². S. FRESADO = 0.36 m². S. D-12 SIL = 0.53 m².
 S. D TIERRA = 1.55 m². S. DEMOLICION = 2.11 m². S. Rellenos = 0.70 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.78 m². S. ZA = 2.90 m².
 S. TERRAPLEN = 13.68 m². S. S-20 CAL = 0.62 m².



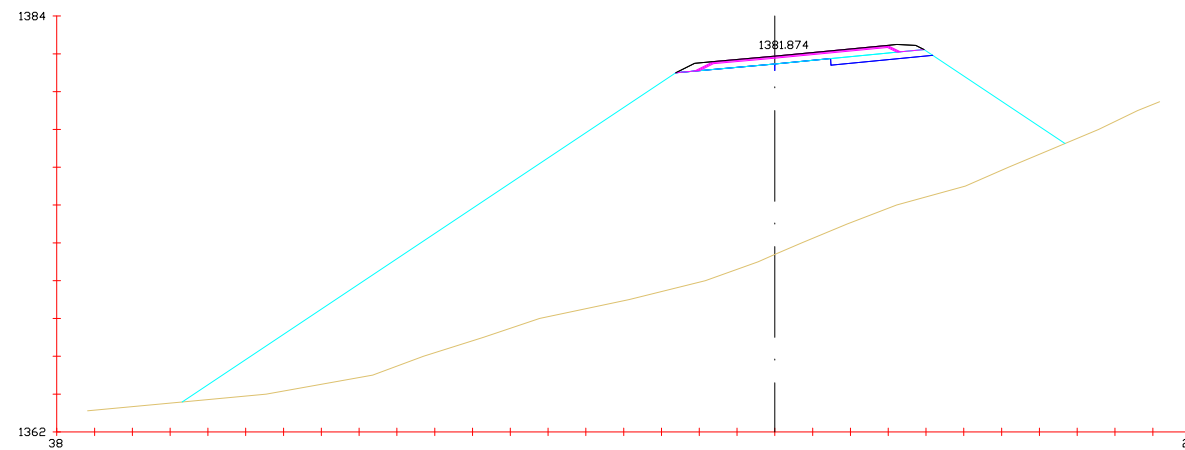
Pk=25+520

S. FIRME = 4.98 m ² .	S. S-20 CAL = 0.63 m ² .
S. SUELO SEL 1 = 1.91 m ² .	S. D-12 SIL = 0.53 m ² .
S. TERRAPLEN = 129.16 m ² .	S. Rellenos = 0.90 m ² .
S. Z.A = 2.92 m ² .	



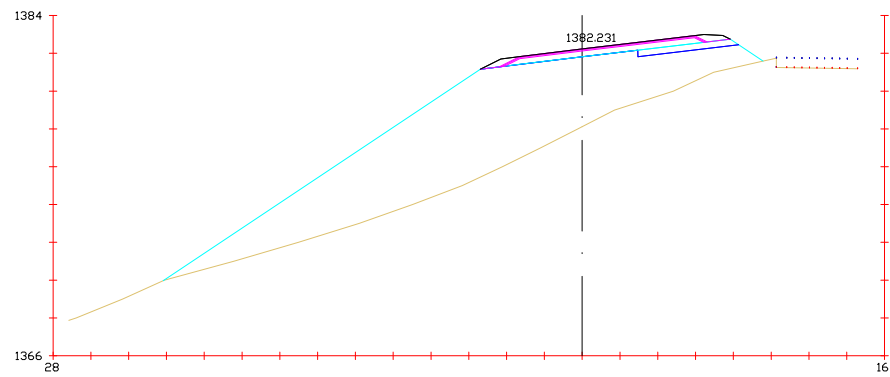
Pk=25+540

S. FIRME = 5.00 m ² .	S. S-20 CAL = 0.63 m ² .
S. SUELO SEL 1 = 1.88 m ² .	S. D-12 SIL = 0.54 m ² .
S. TERRAPLEN = 430.73 m ² .	S. Rellenos = 0.90 m ² .
S. Z.A = 2.93 m ² .	

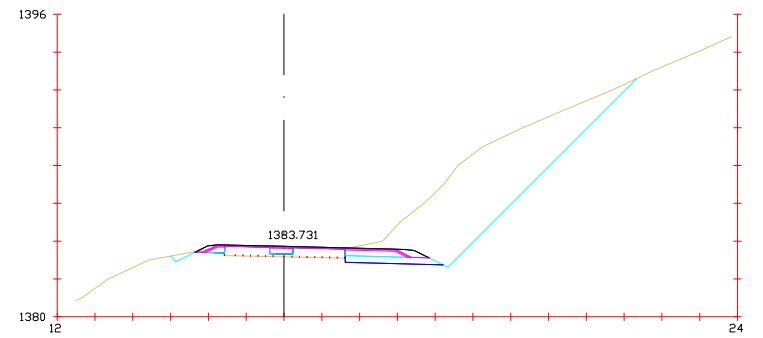


Pk=25+560

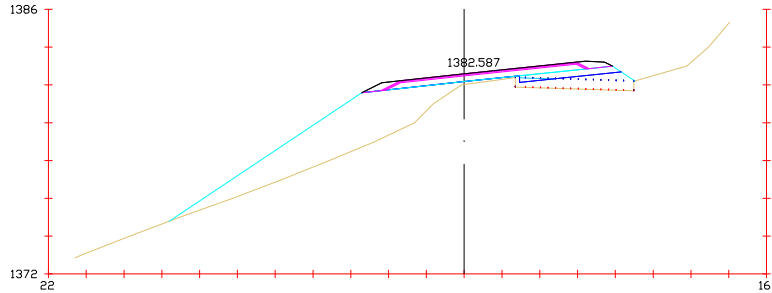
S. FIRME = 4.99 m ² .	S. S-20 CAL = 0.63 m ² .
S. SUELO SEL 1 = 1.81 m ² .	S. D-12 SIL = 0.54 m ² .
S. TERRAPLEN = 312.79 m ² .	S. Rellenos = 0.87 m ² .
S. Z.A = 2.95 m ² .	



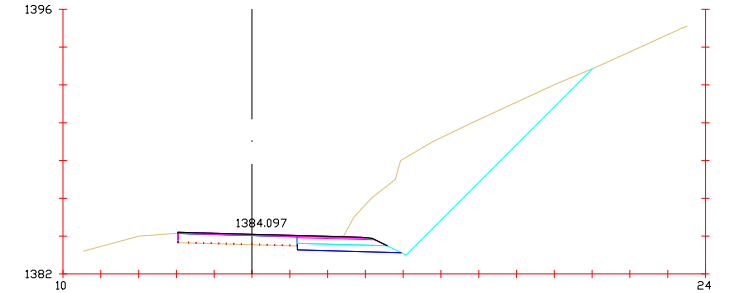
Pk=25+580
 S. FIRME = 5.00 m². S. S-20 CAL = 0.64 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. D-12 SIL = 0.55 m².
 S. TERRAPLEN = 96.63 m². S. Rellenos = 0.85 m².
 S. Z.A = 2.97 m².



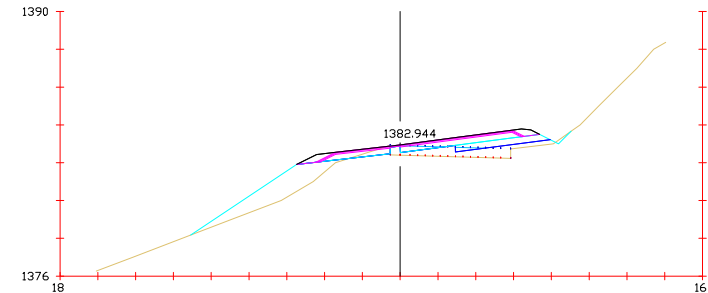
Pk=25+660
 S. FIRME = 2.92 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. Rellenos = 0.52 m².
 S. D TIERRA = 39.68 m². S. Z.A = 1.46 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.68 m². S. S-20 CAL = 0.39 m².
 S. FRESADO = 0.45 m². S. D-12 SIL = 0.55 m².



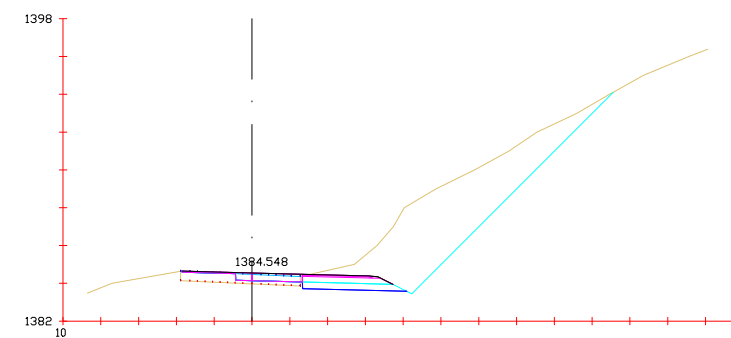
Pk=25+600
 S. FIRME = 5.03 m². S. Z.A = 2.98 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.64 m².
 S. TERRAPLEN = 25.59 m². S. D-12 SIL = 0.55 m².
 S. FRESADO = 0.22 m². S. Rellenos = 0.86 m².



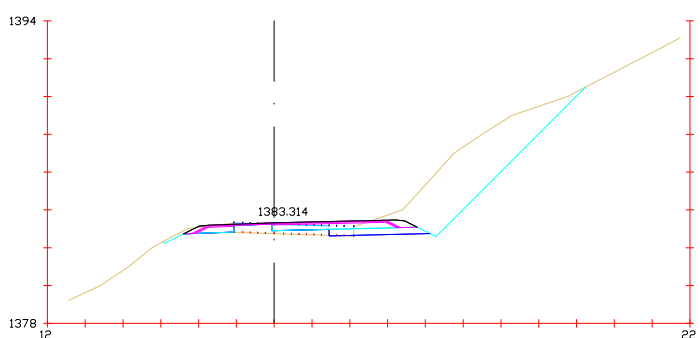
Pk=25+680
 S. FIRME = 2.14 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 0.38 m².
 S. D TIERRA = 38.34 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.04 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



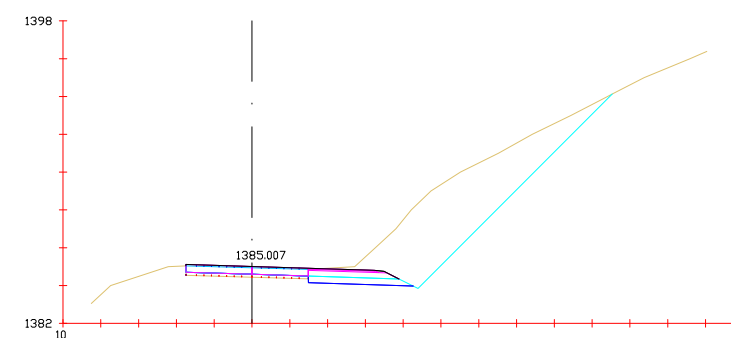
Pk=25+620
 S. FIRME = 4.72 m². S. FRESADO = 0.65 m². S. Rellenos = 0.73 m².
 S. D TIERRA = 0.56 m². S. Z.A = 2.83 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.66 m². S. S-20 CAL = 0.62 m².
 S. TERRAPLEN = 6.89 m². S. D-12 SIL = 0.55 m².



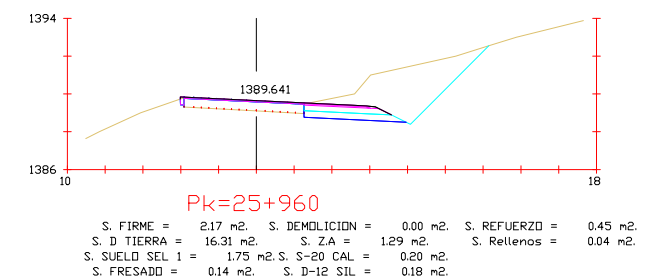
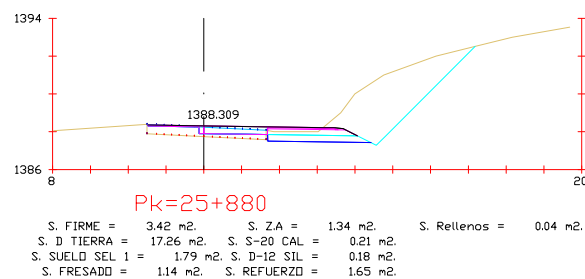
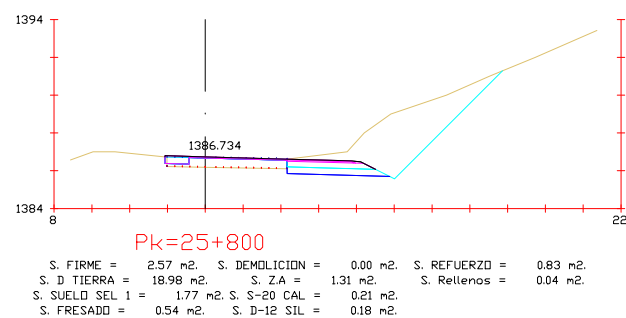
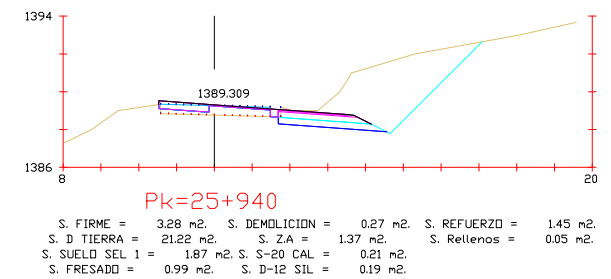
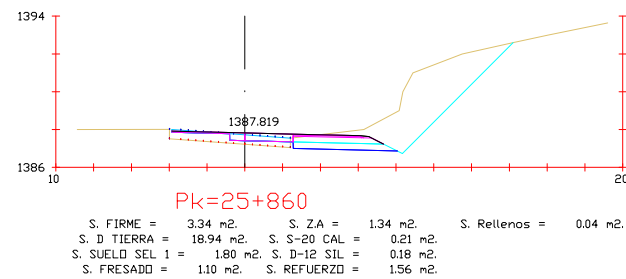
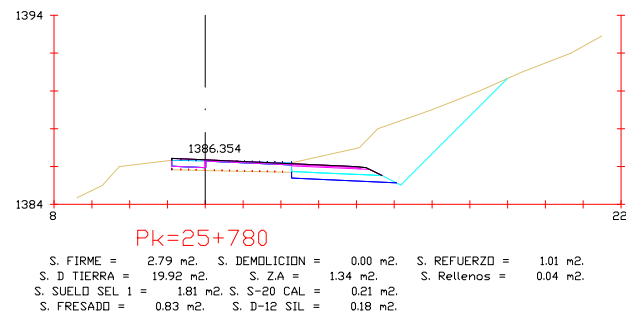
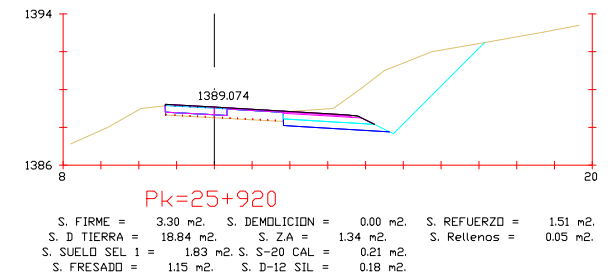
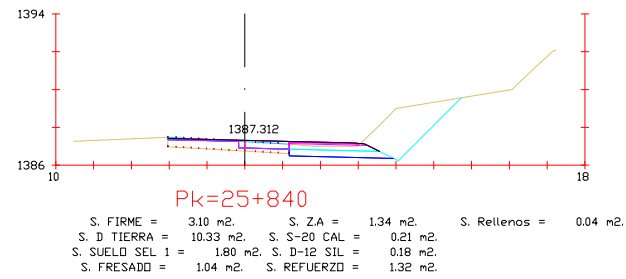
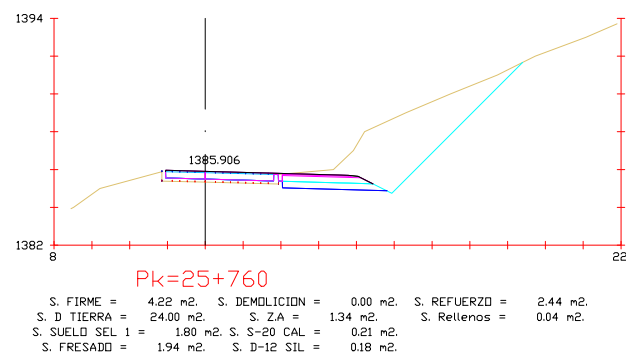
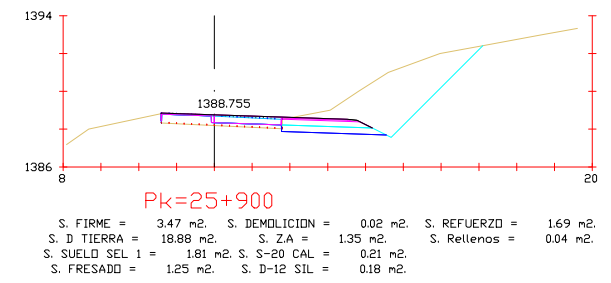
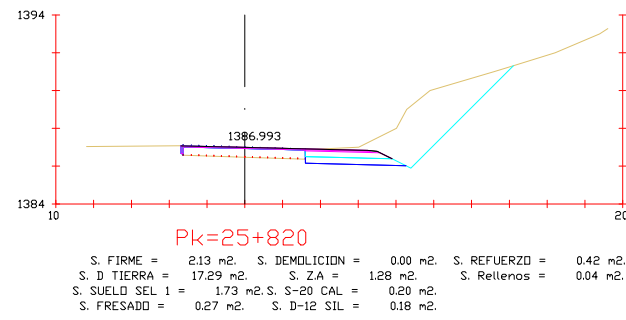
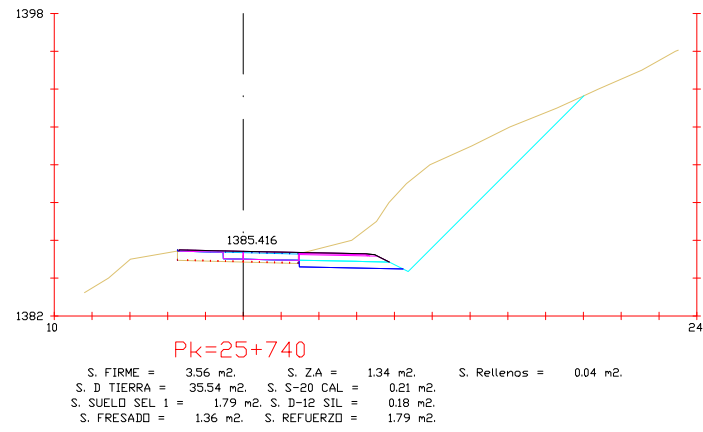
Pk=25+700
 S. FIRME = 3.40 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 37.10 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.16 m². S. REFUERZO = 1.62 m².

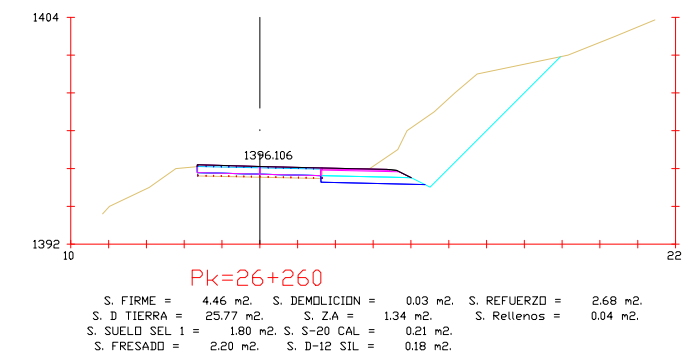
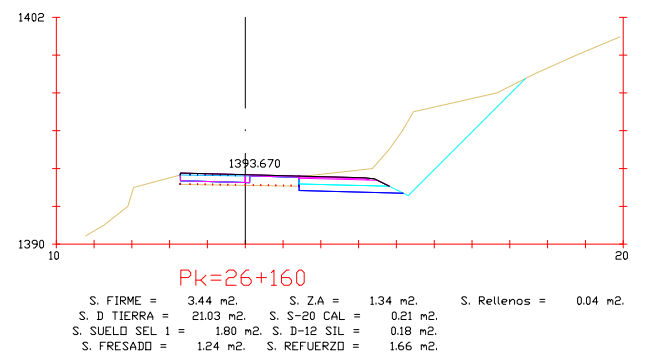
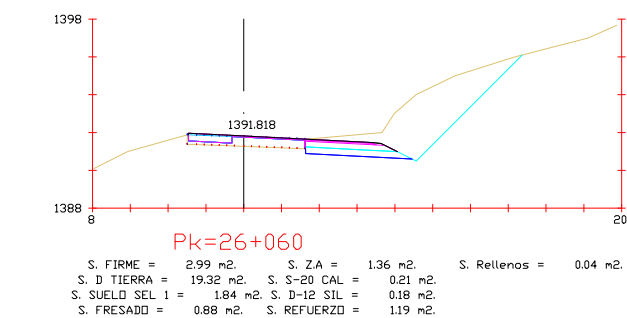
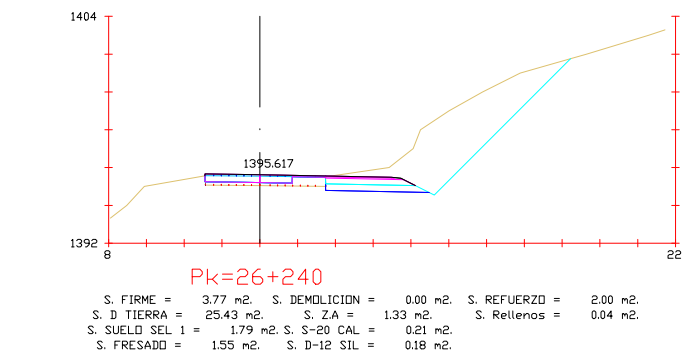
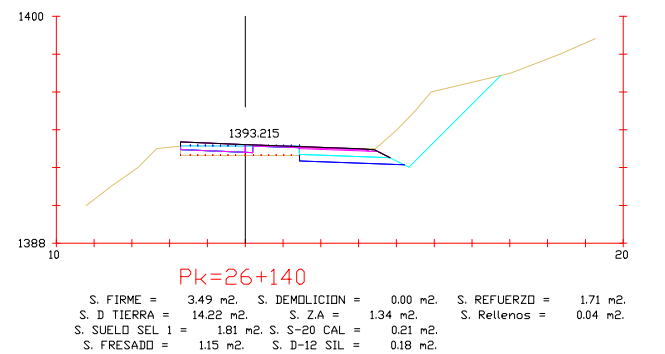
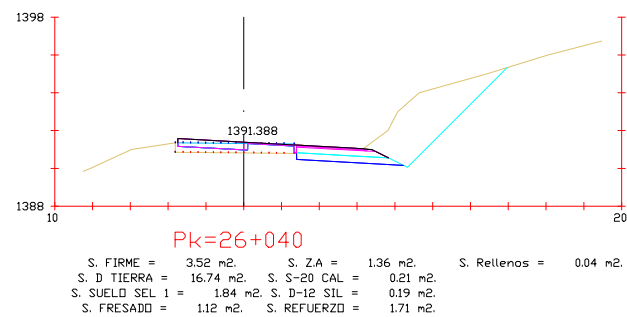
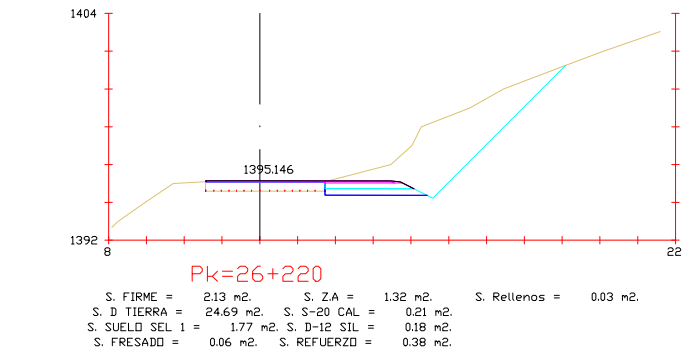
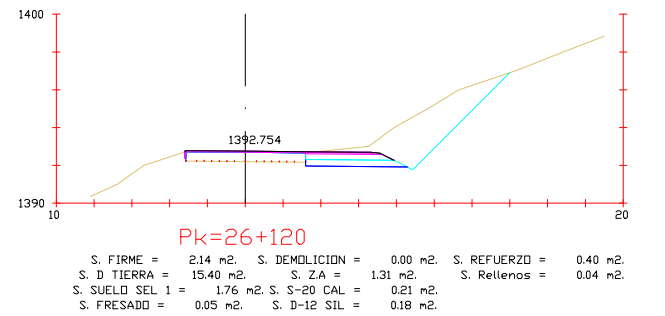
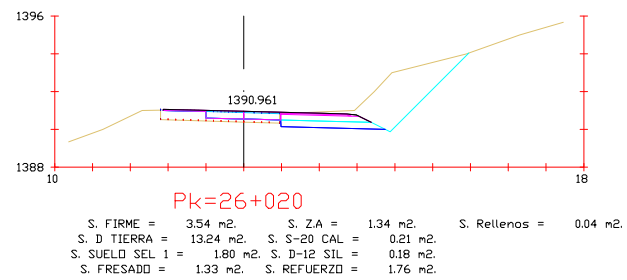
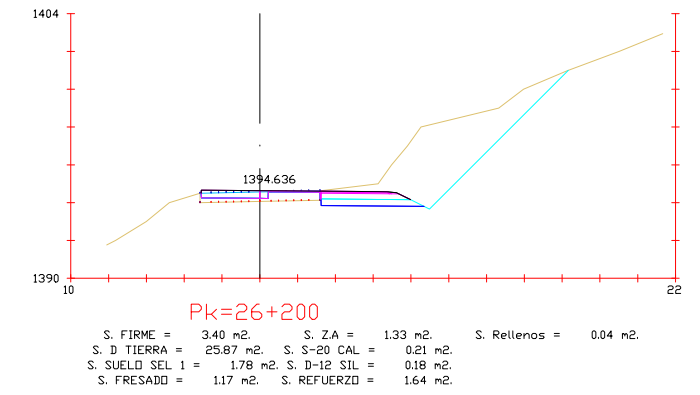
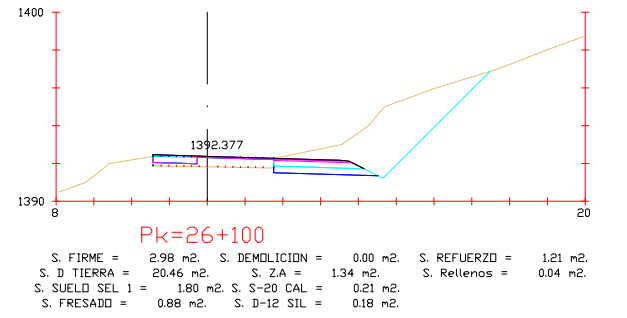
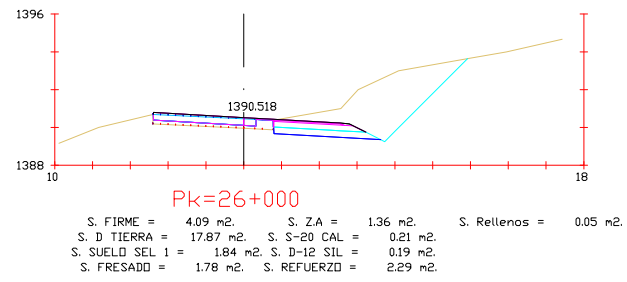
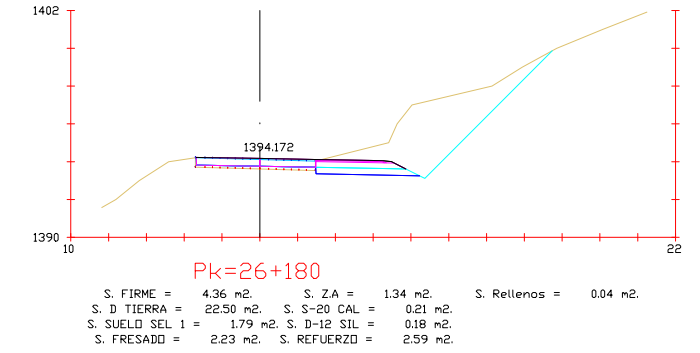
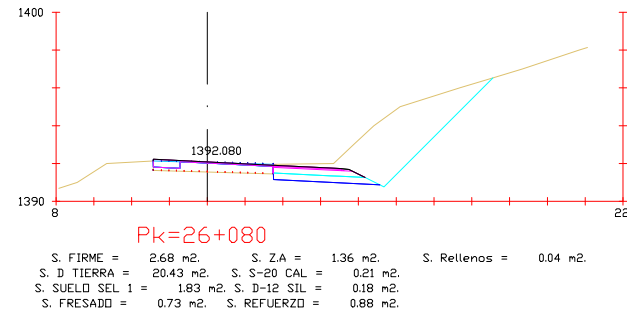
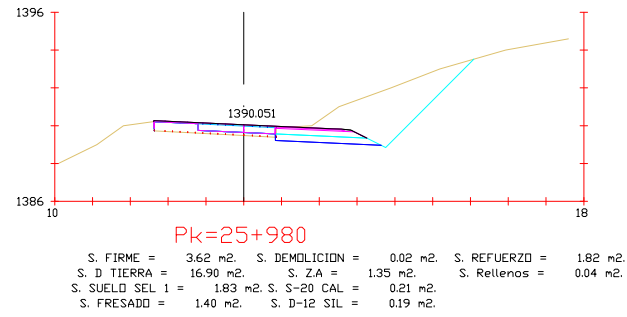


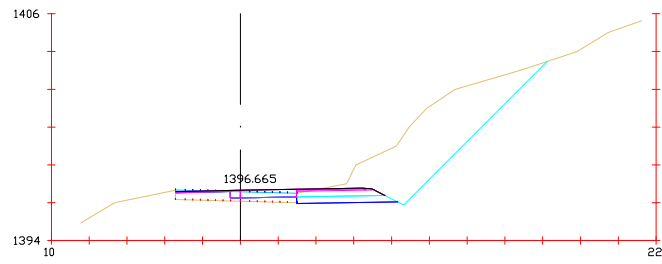
Pk=25+640
 S. FIRME = 4.01 m². S. DEMOLICION = 0.63 m². S. Rellenos = 0.52 m².
 S. D TIERRA = 24.03 m². S. Z.A = 2.40 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. S-20 CAL = 0.54 m².
 S. FRESADO = 0.94 m². S. D-12 SIL = 0.55 m².



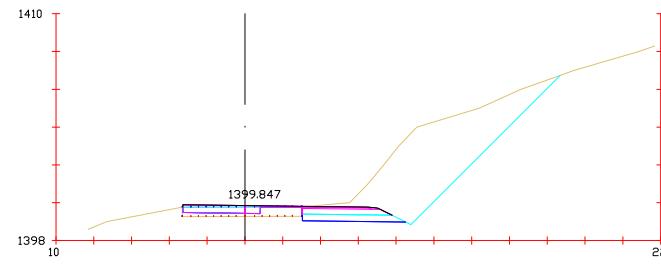
Pk=25+720
 S. FIRME = 4.44 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 2.65 m².
 S. D TIERRA = 35.90 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 2.22 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



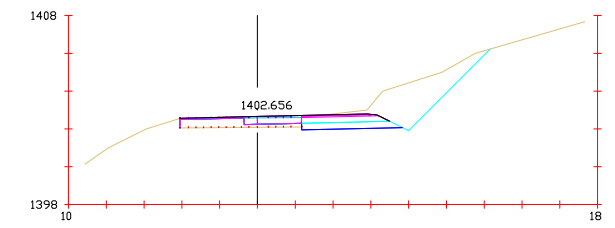




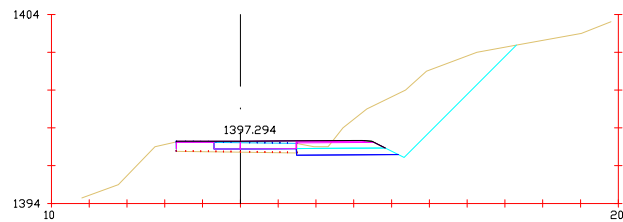
Pk=26+280
 S. FIRME = 3.35 m². S. DEMOLICION = 0.01 m². S. REFUERZO = 1.61 m².
 S. D TIERRA = 27.69 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.16 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



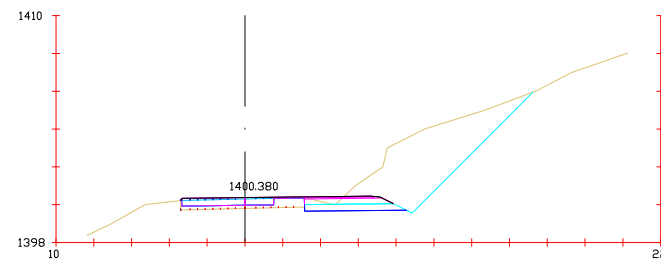
Pk=26+380
 S. FIRME = 3.58 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Retenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 30.70 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.34 m². S. REFUERZO = 1.82 m².



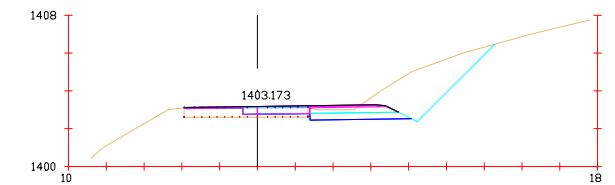
Pk=26+480
 S. FIRME = 3.19 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 1.45 m².
 S. D TIERRA = 12.30 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.09 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



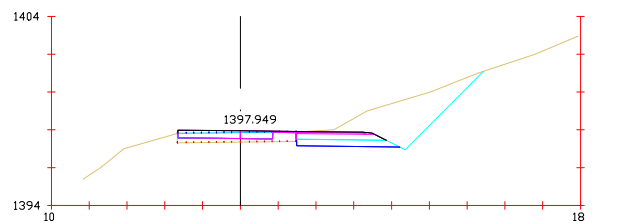
Pk=26+300
 S. FIRME = 3.66 m². S. DEMOLICION = 0.01 m². S. REFUERZO = 1.91 m².
 S. D TIERRA = 22.37 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.77 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.40 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



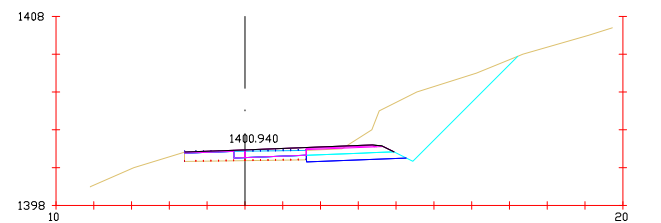
Pk=26+400
 S. FIRME = 3.85 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 23.02 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.58 m². S. REFUERZO = 2.10 m².



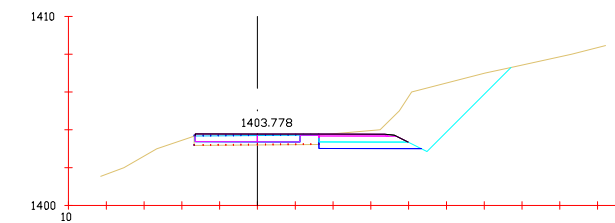
Pk=26+500
 S. FIRME = 3.38 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 12.54 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.19 m². S. REFUERZO = 1.63 m².



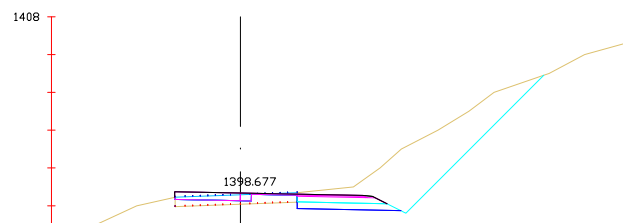
Pk=26+320
 S. FIRME = 3.91 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Retenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 13.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.50 m². S. REFUERZO = 2.14 m².



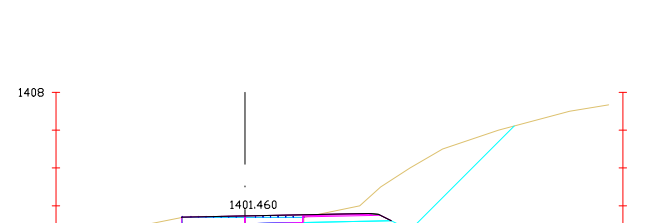
Pk=26+420
 S. FIRME = 3.46 m². S. Z.A = 1.31 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 18.61 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.73 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.24 m². S. REFUERZO = 1.73 m².



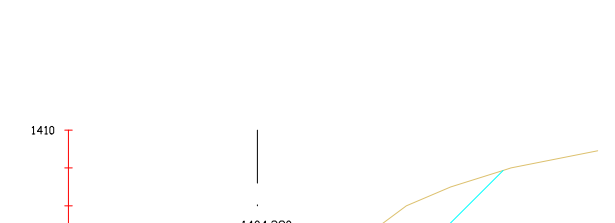
Pk=26+520
 S. FIRME = 4.09 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 16.01 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.77 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.80 m². S. REFUERZO = 2.33 m².



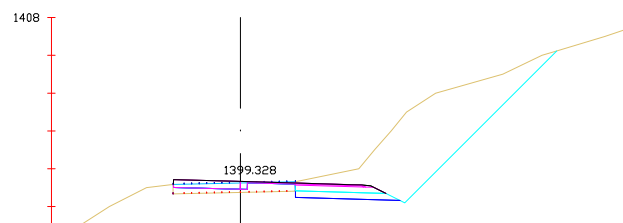
Pk=26+340
 S. FIRME = 3.58 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 1.81 m².
 S. D TIERRA = 23.34 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Retenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.12 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



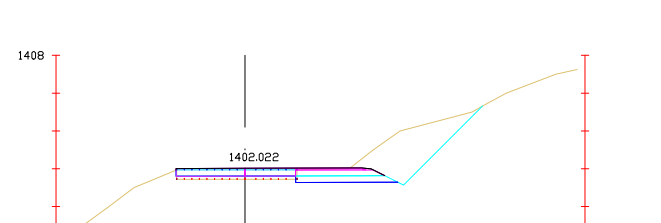
Pk=26+440
 S. FIRME = 4.37 m². S. DEMOLICION = 0.02 m². S. REFUERZO = 2.63 m².
 S. D TIERRA = 18.66 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.75 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 2.18 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



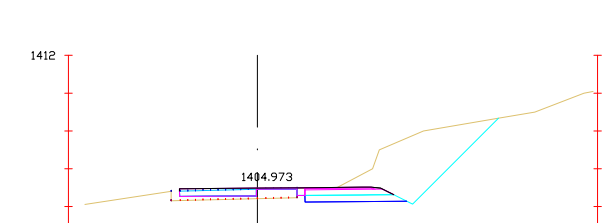
Pk=26+540
 S. FIRME = 3.75 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 2.03 m².
 S. D TIERRA = 14.64 m². S. Z.A = 1.30 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.74 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.47 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



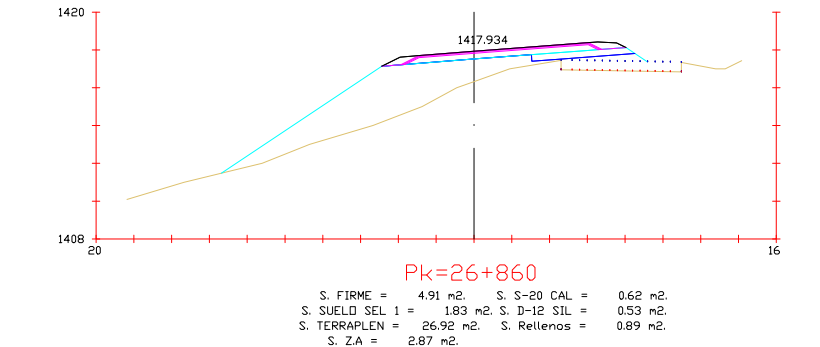
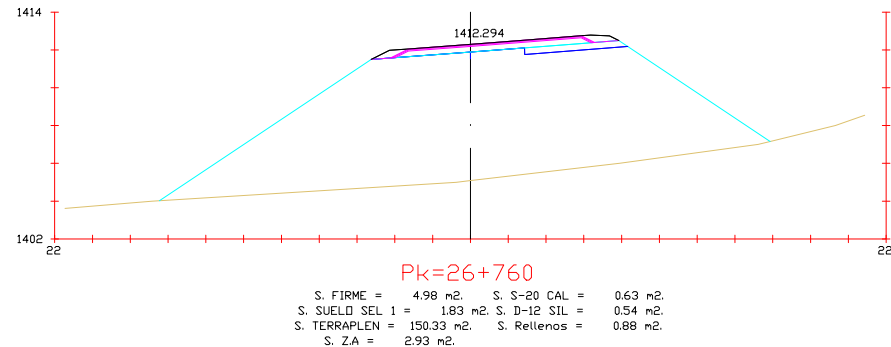
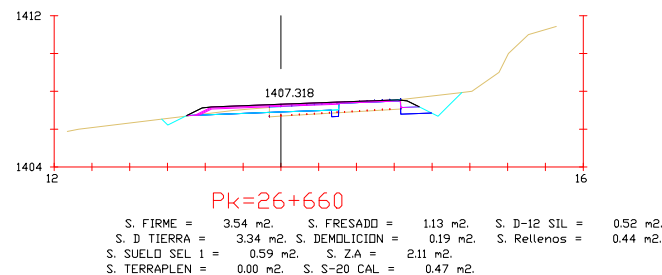
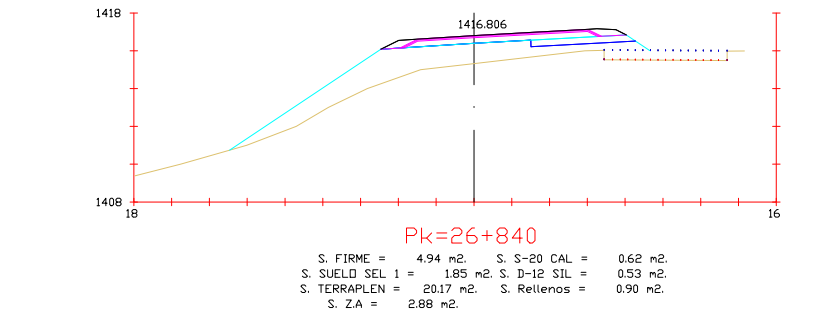
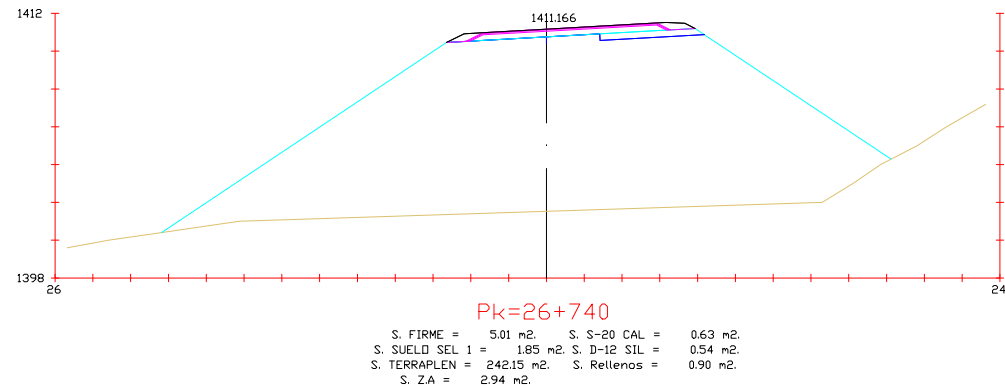
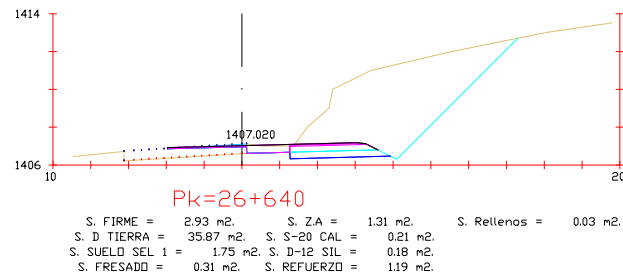
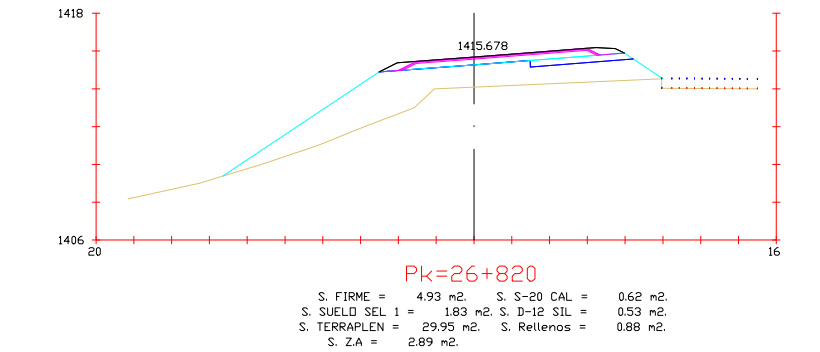
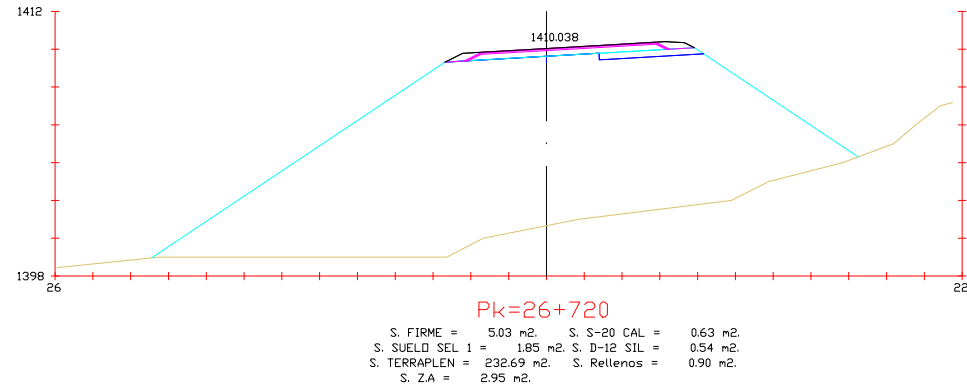
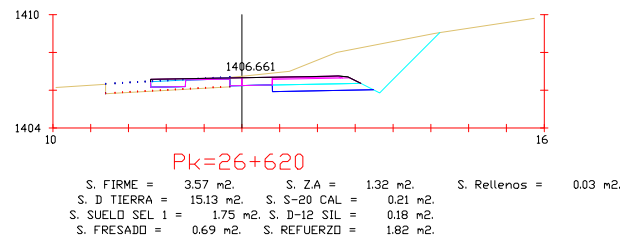
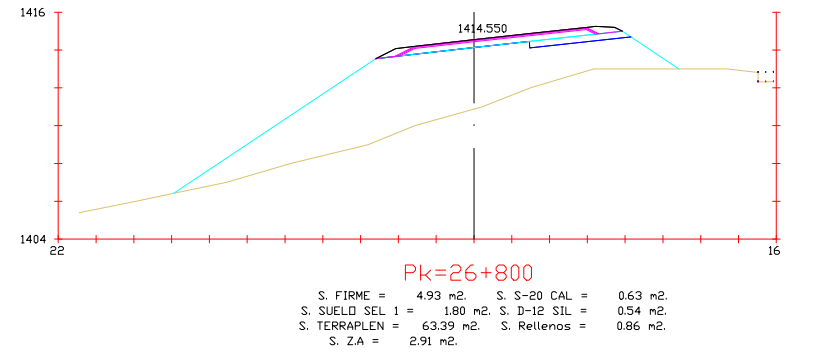
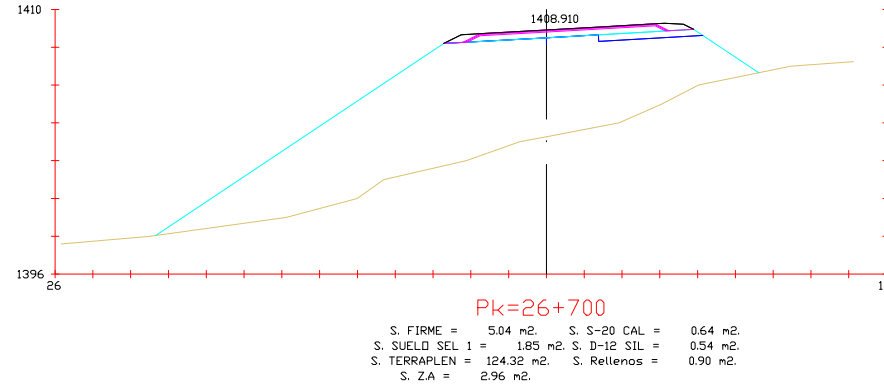
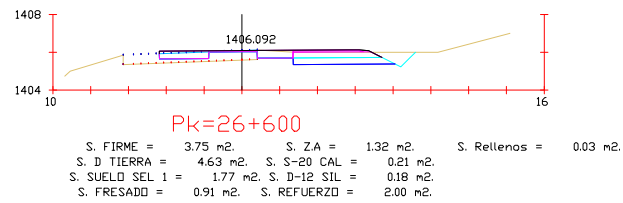
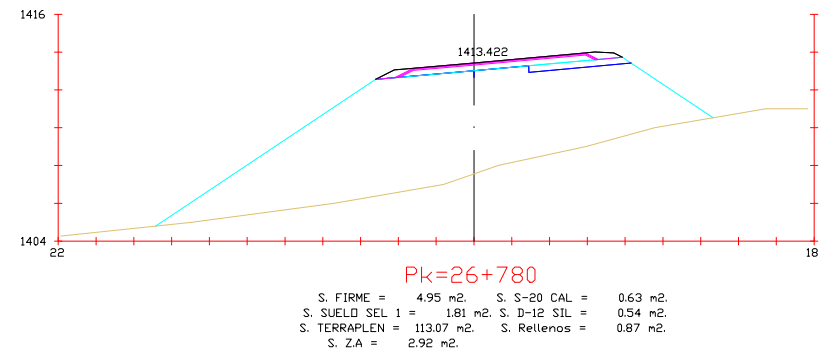
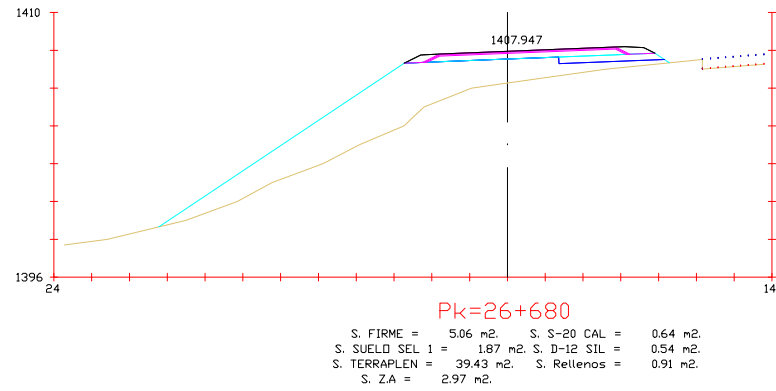
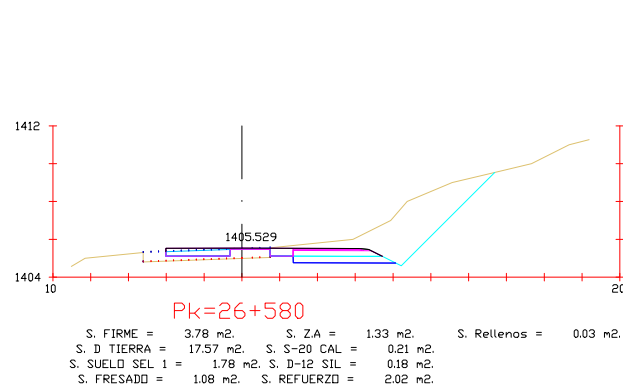
Pk=26+360
 S. FIRME = 3.53 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Retenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 31.64 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.17 m². S. REFUERZO = 1.76 m².

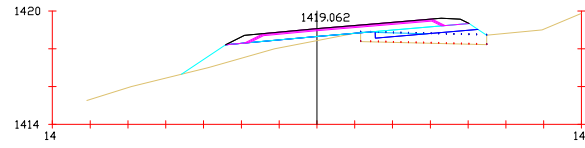


Pk=26+460
 S. FIRME = 4.35 m². S. DEMOLICION = 0.03 m². S. REFUERZO = 2.59 m².
 S. D TIERRA = 12.98 m². S. Z.A = 1.33 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.77 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 2.09 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².

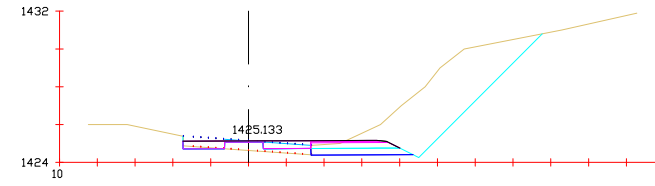


Pk=26+560
 S. FIRME = 3.72 m². S. Z.A = 1.32 m². S. Retenos = 0.03 m².
 S. D TIERRA = 18.57 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 1.32 m². S. REFUERZO = 1.97 m².

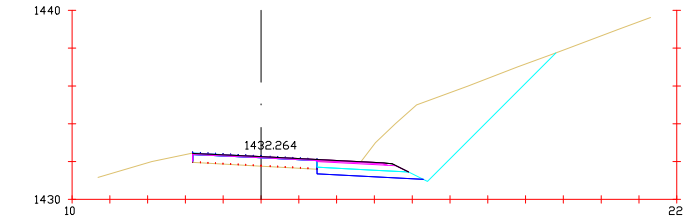




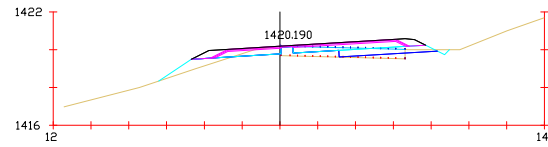
Pk=26+880
 S. FIRME = 4.88 m². S. FRESADO = 0.42 m². S. Rellenos = 0.88 m².
 S. D TIERRA = 0.00 m². S. ZA = 2.86 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.82 m². S. S-20 CAL = 0.62 m².
 S. TERRAPLEN = 4.37 m². S. D-12 SIL = 0.53 m².



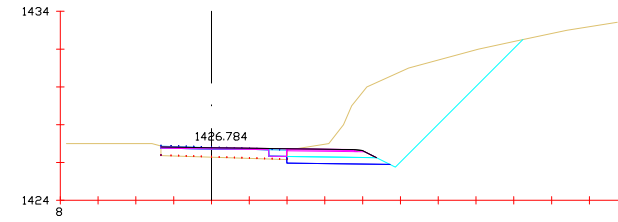
Pk=26+980
 S. FIRME = 3.81 m². S. DEMOLICION = 1.10 m². S. REFUERZO = 2.06 m².
 S. D TIERRA = 23.71 m². S. ZA = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.77 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



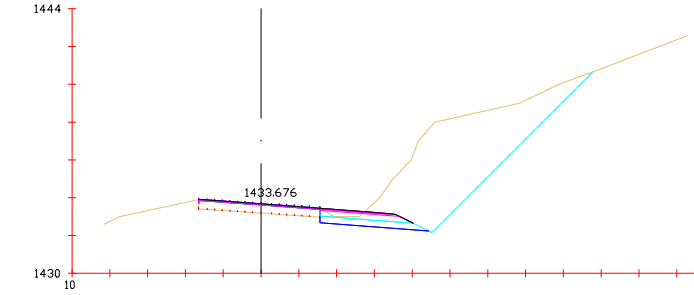
Pk=27+080
 S. FIRME = 2.19 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 0.40 m².
 S. D TIERRA = 23.74 m². S. ZA = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.83 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.39 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



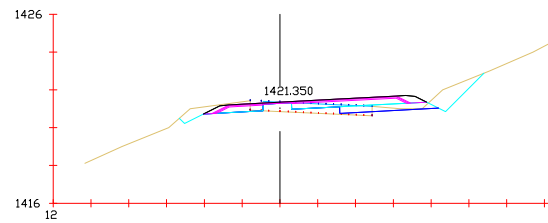
Pk=26+900
 S. FIRME = 4.50 m². S. FRESADO = 1.82 m². S. Rellenos = 0.75 m².
 S. D TIERRA = 0.98 m². S. ZA = 2.65 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. S-20 CAL = 0.58 m².
 S. TERRAPLEN = 1.12 m². S. D-12 SIL = 0.52 m².



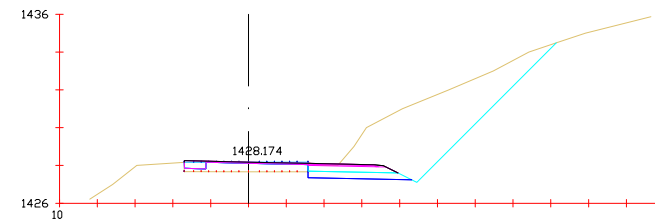
Pk=27+000
 S. FIRME = 2.50 m². S. DEMOLICION = 0.02 m². S. REFUERZO = 0.73 m².
 S. D TIERRA = 31.12 m². S. ZA = 1.33 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.63 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



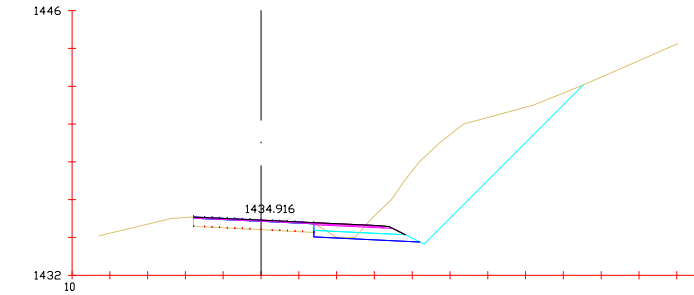
Pk=27+100
 S. FIRME = 2.21 m². S. ZA = 1.37 m². S. Rellenos = 0.05 m².
 S. D TIERRA = 35.02 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.87 m². S. D-12 SIL = 0.19 m².
 S. FRESADO = 0.44 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



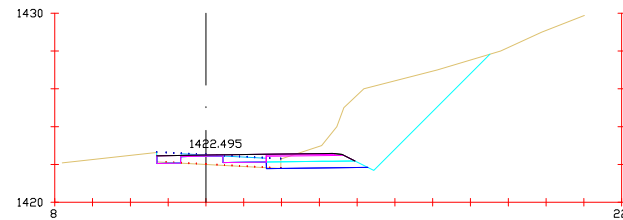
Pk=26+920
 S. FIRME = 3.96 m². S. DEMOLICION = 0.34 m². S. Rellenos = 0.52 m².
 S. D TIERRA = 4.03 m². S. ZA = 2.38 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.72 m². S. S-20 CAL = 0.54 m².
 S. FRESADO = 1.31 m². S. D-12 SIL = 0.52 m².



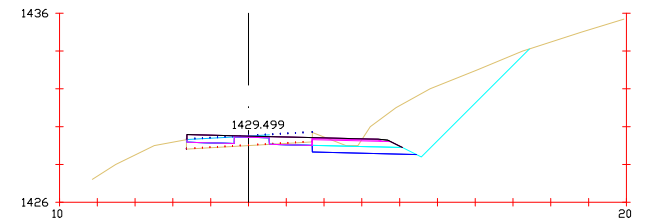
Pk=27+020
 S. FIRME = 2.56 m². S. ZA = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 28.31 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.79 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.72 m². S. REFUERZO = 0.79 m².



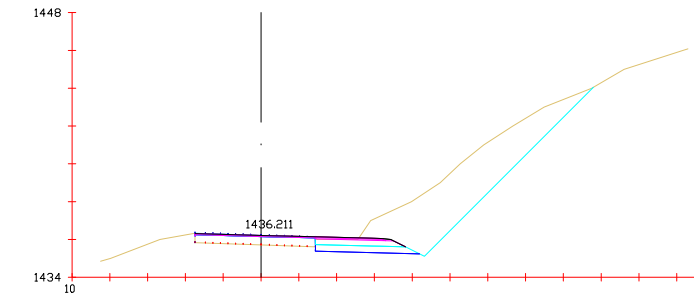
Pk=27+120
 S. FIRME = 2.17 m². S. ZA = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 30.85 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.83 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.35 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



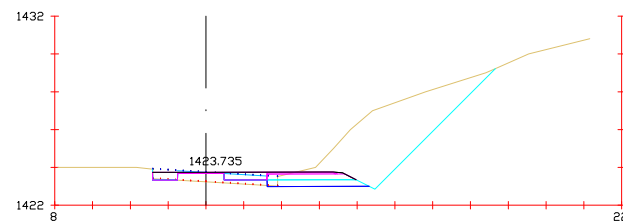
Pk=26+940
 S. FIRME = 3.34 m². S. DEMOLICION = 1.01 m². S. REFUERZO = 1.59 m².
 S. D TIERRA = 23.84 m². S. ZA = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.76 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



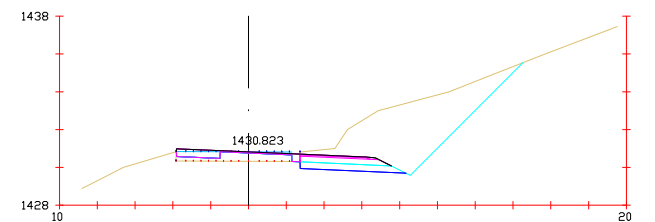
Pk=27+040
 S. FIRME = 3.84 m². S. DEMOLICION = 1.14 m². S. REFUERZO = 2.07 m².
 S. D TIERRA = 18.56 m². S. ZA = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.76 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



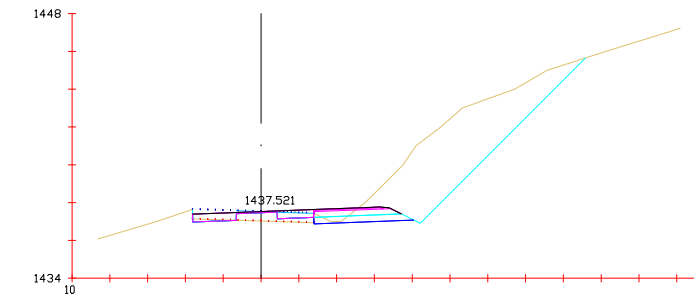
Pk=27+140
 S. FIRME = 2.15 m². S. ZA = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 27.56 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.35 m². S. REFUERZO = 0.38 m².



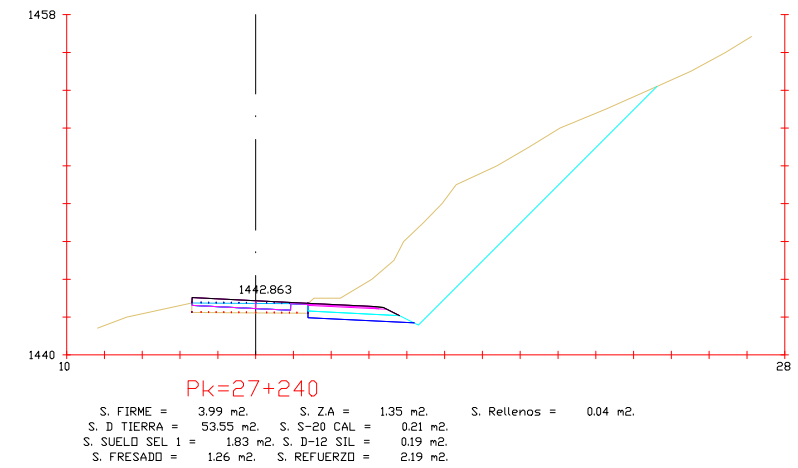
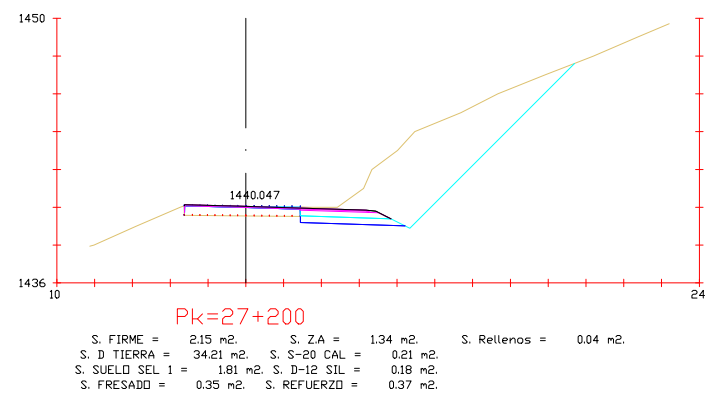
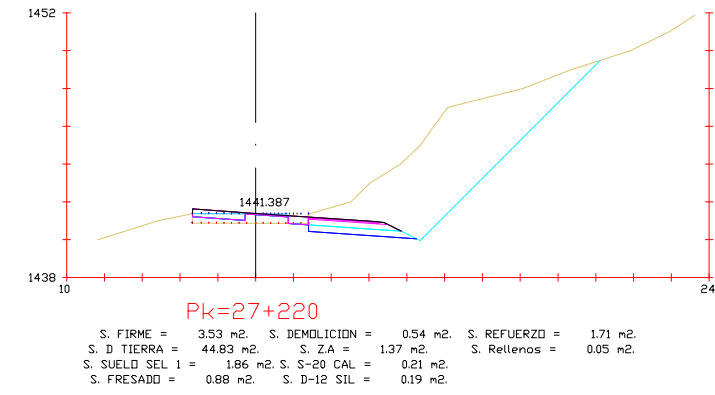
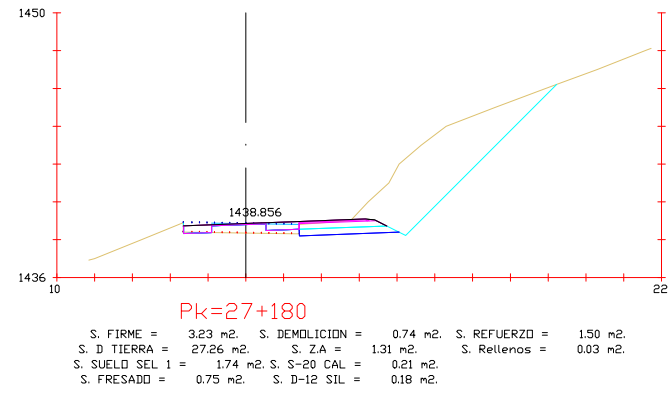
Pk=26+960
 S. FIRME = 3.37 m². S. DEMOLICION = 0.92 m². S. REFUERZO = 1.62 m².
 S. D TIERRA = 23.31 m². S. ZA = 1.32 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.77 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.82 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².

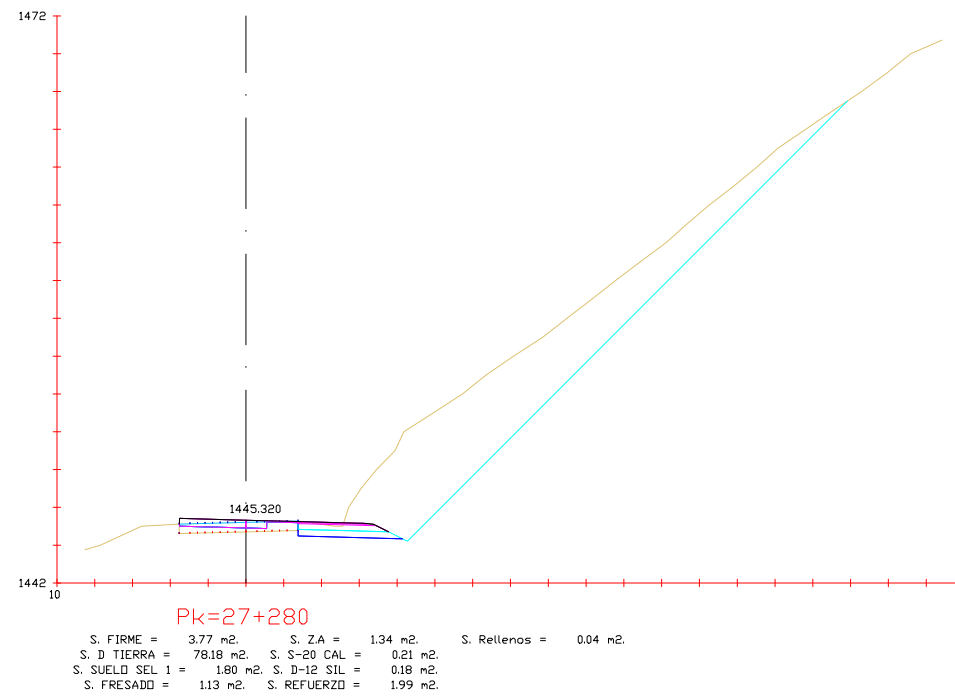
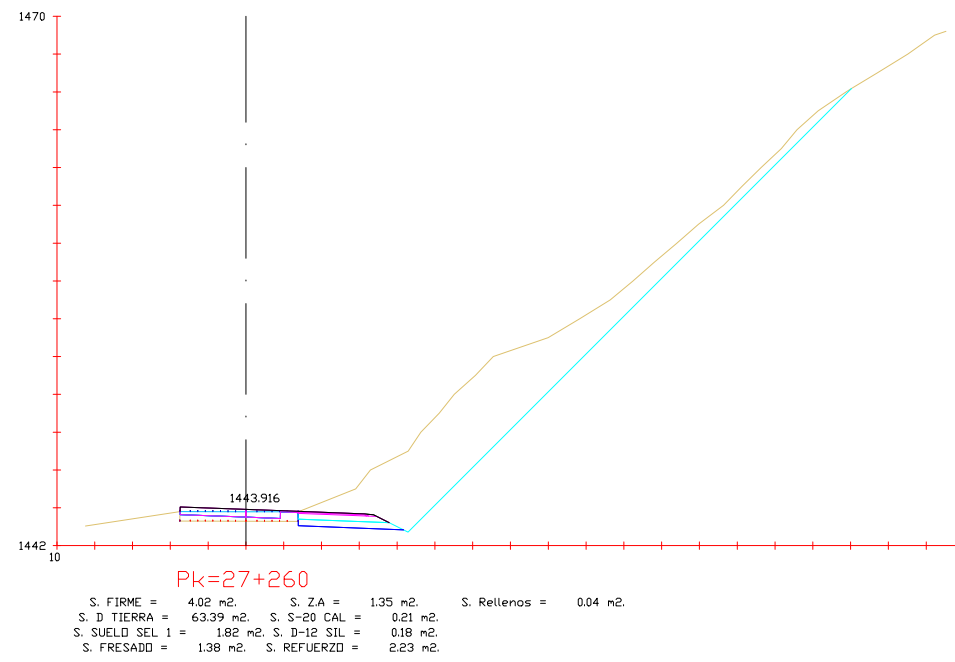


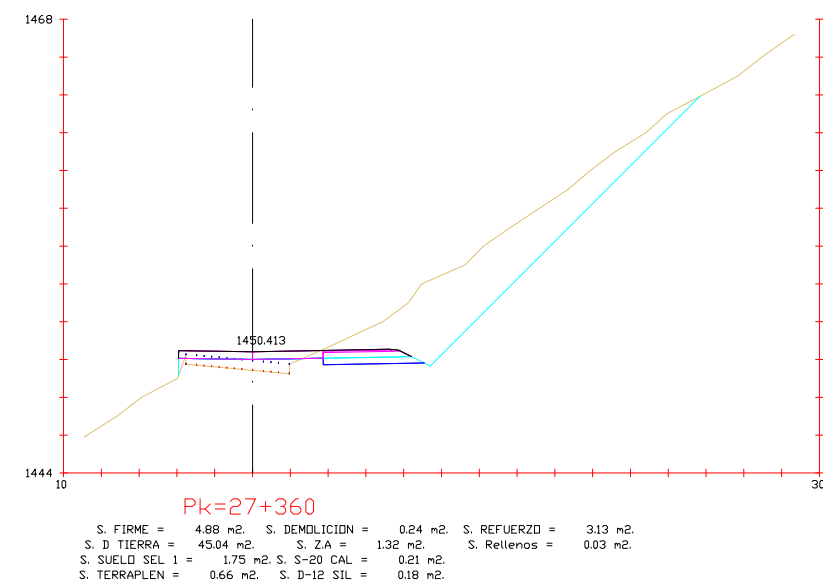
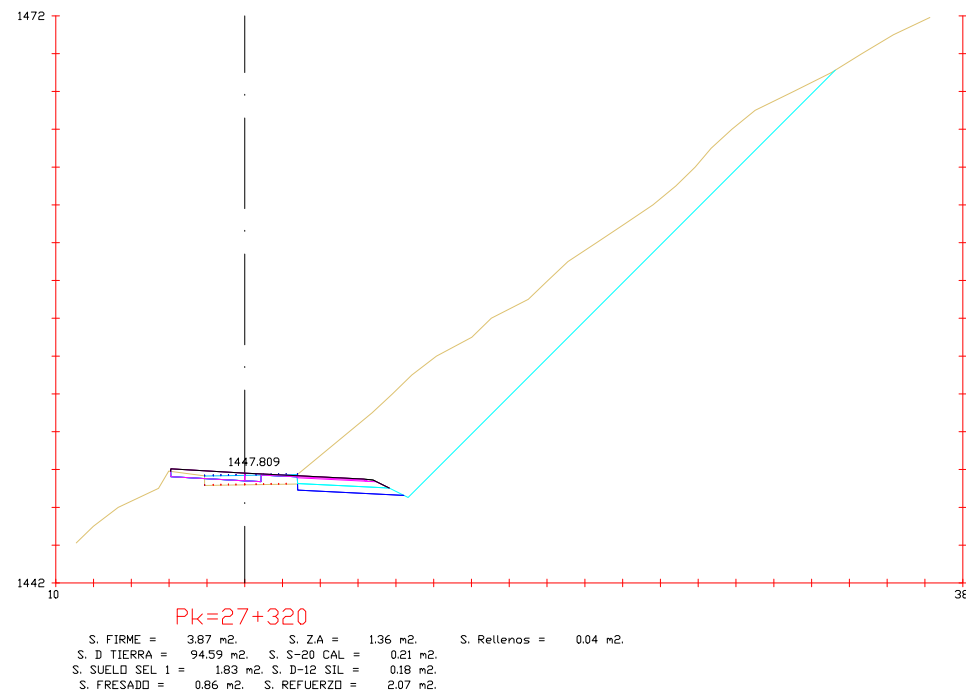
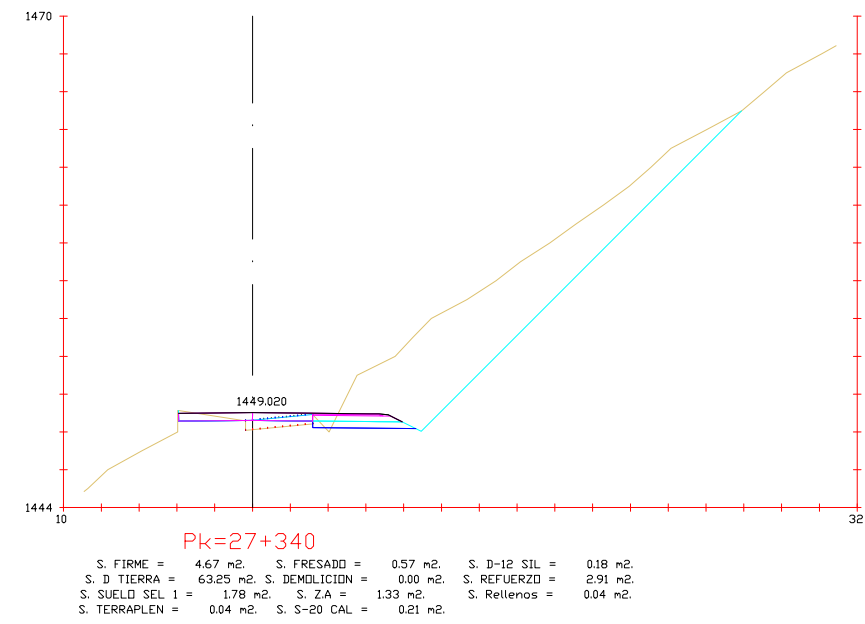
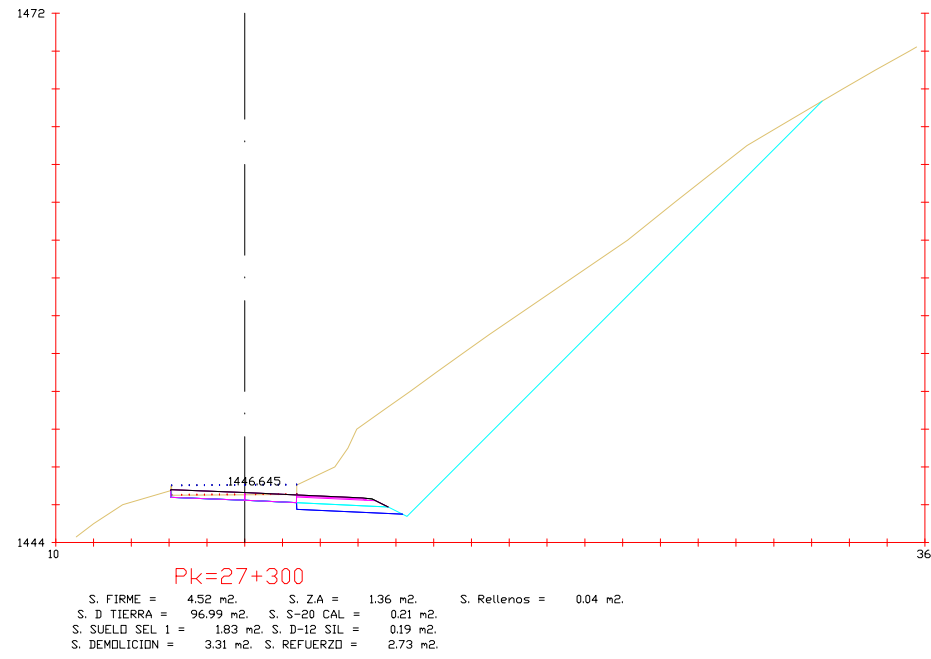
Pk=27+060
 S. FIRME = 3.15 m². S. DEMOLICION = 0.22 m². S. REFUERZO = 1.35 m².
 S. D TIERRA = 24.36 m². S. ZA = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.82 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.99 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².

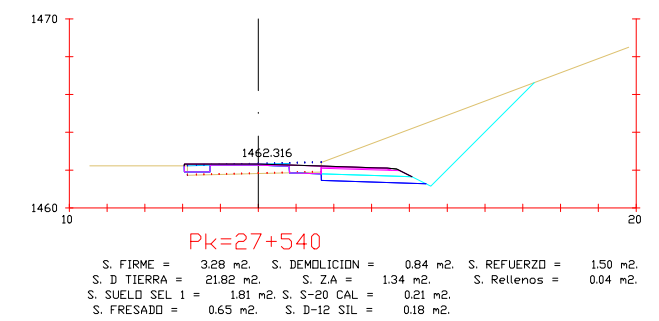
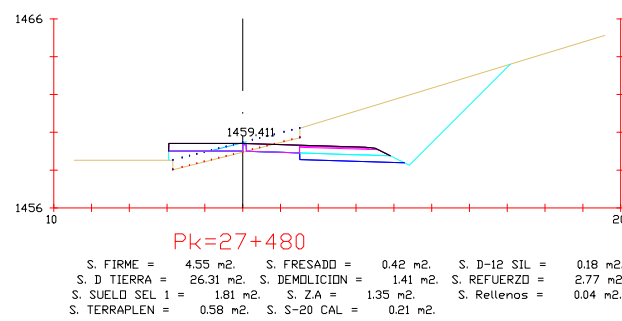
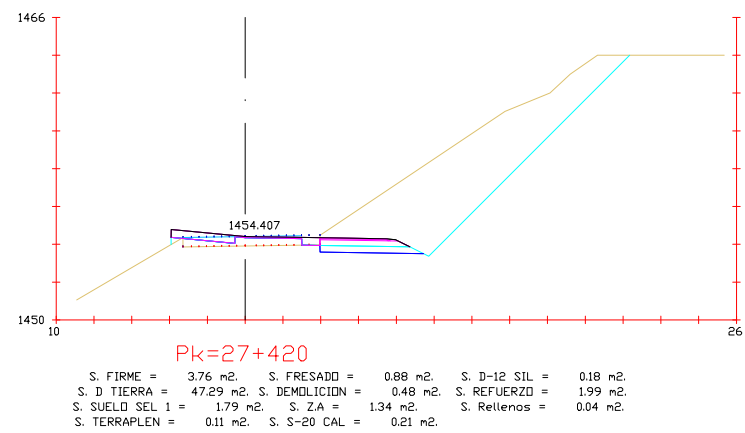
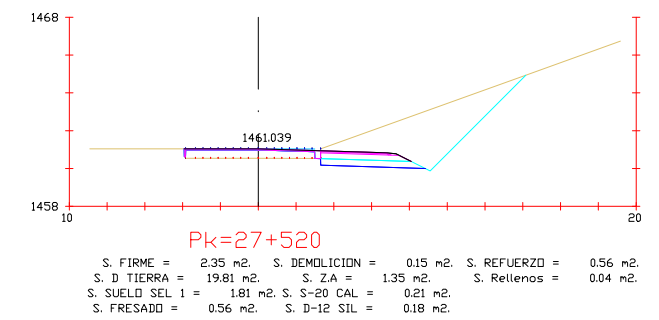
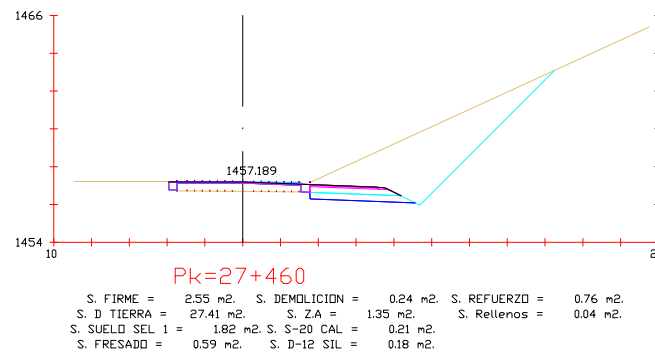
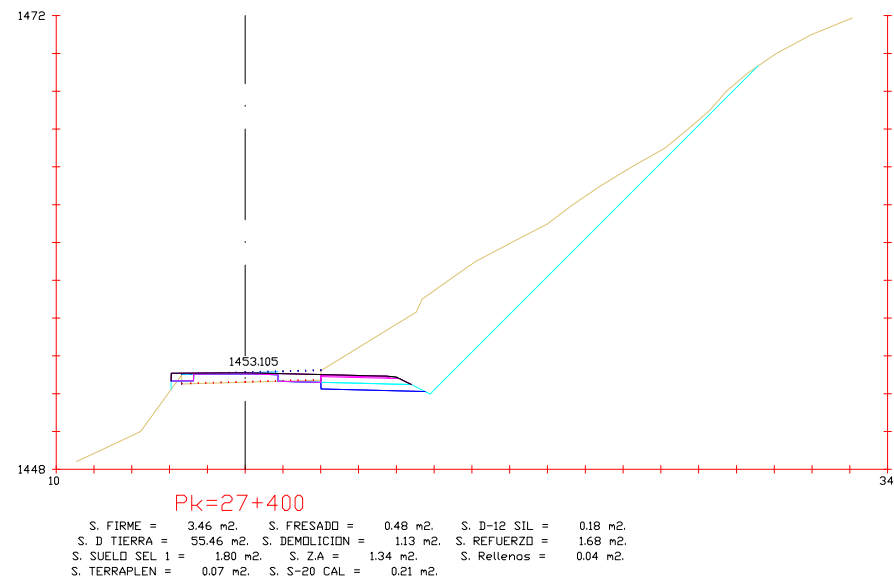
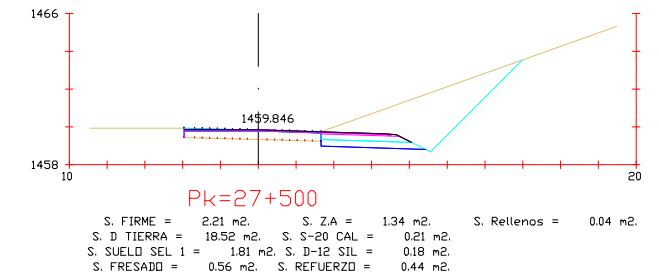
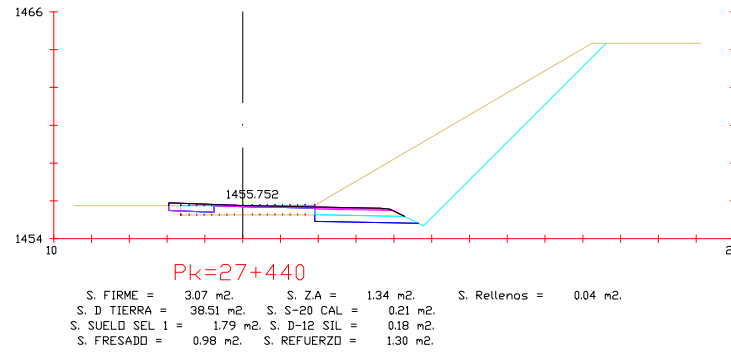
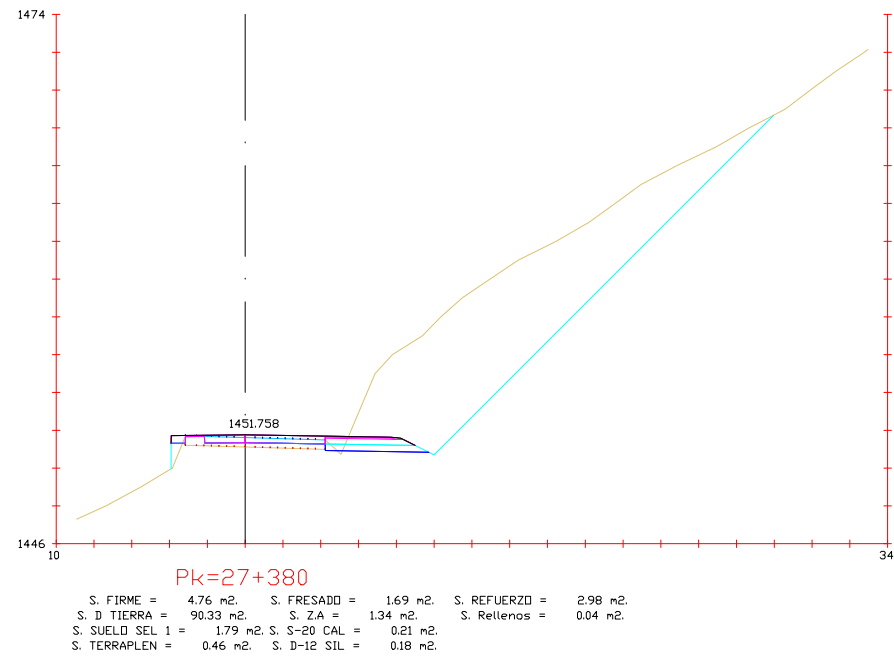


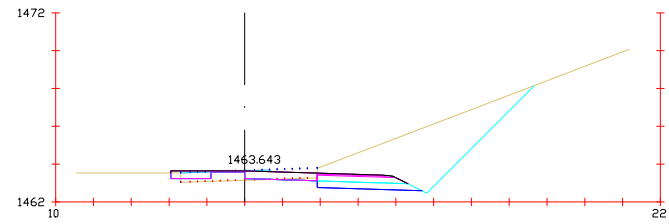
Pk=27+160
 S. FIRME = 3.60 m². S. DEMOLICION = 1.16 m². S. REFUERZO = 1.87 m².
 S. D TIERRA = 30.12 m². S. ZA = 1.31 m². S. Rellenos = 0.03 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.73 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



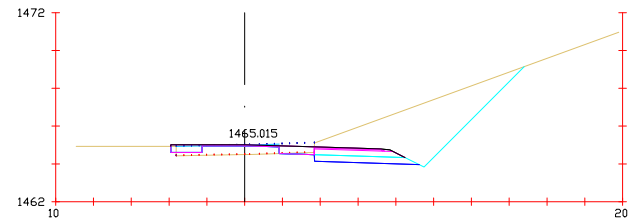




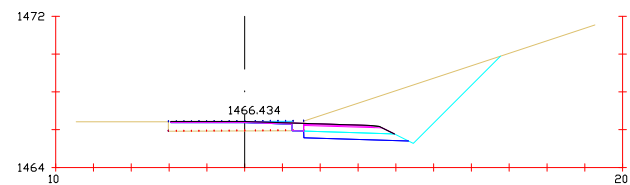




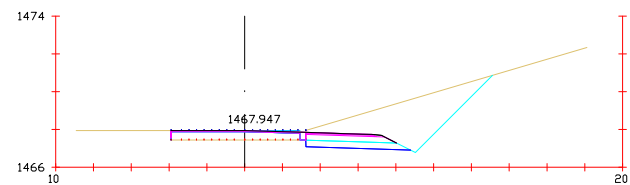
Pk=27+560
 S. FIRME = 4.33 m². S. DEMOLICION = 1.23 m². S. REFUERZO = 2.55 m².
 S. D TIERRA = 23.21 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.19 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



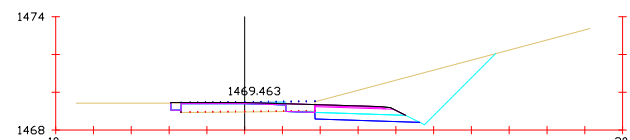
Pk=27+580
 S. FIRME = 3.47 m². S. DEMOLICION = 0.93 m². S. REFUERZO = 1.69 m².
 S. D TIERRA = 21.44 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.68 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



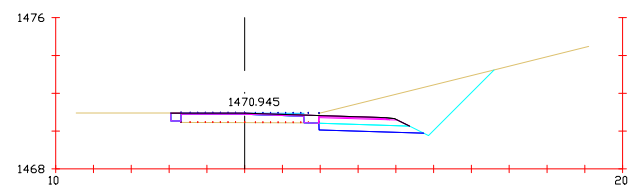
Pk=27+600
 S. FIRME = 2.42 m². S. DEMOLICION = 0.31 m². S. REFUERZO = 0.64 m².
 S. D TIERRA = 18.29 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.47 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



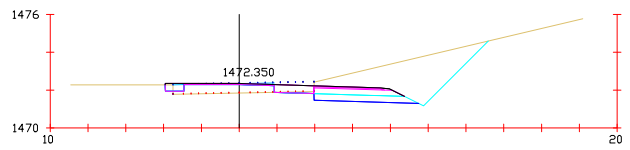
Pk=27+620
 S. FIRME = 2.33 m². S. DEMOLICION = 0.16 m². S. REFUERZO = 0.54 m².
 S. D TIERRA = 16.35 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.54 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



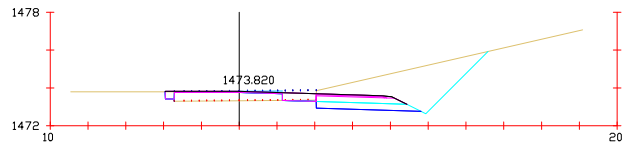
Pk=27+640
 S. FIRME = 2.97 m². S. DEMOLICION = 0.77 m². S. REFUERZO = 1.19 m².
 S. D TIERRA = 15.74 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.38 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



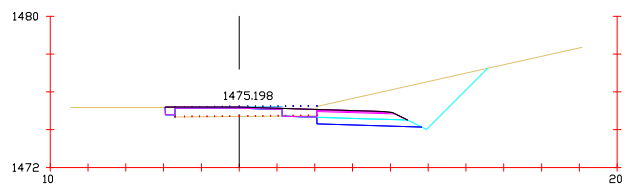
Pk=27+660
 S. FIRME = 2.72 m². S. DEMOLICION = 0.40 m². S. REFUERZO = 0.94 m².
 S. D TIERRA = 14.54 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.55 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



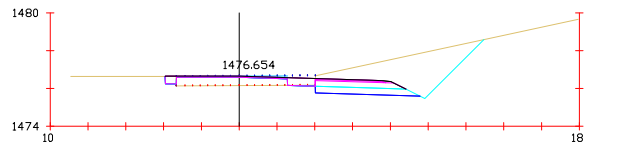
Pk=27+680
 S. FIRME = 3.33 m². S. DEMOLICION = 1.05 m². S. REFUERZO = 1.55 m².
 S. D TIERRA = 14.79 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.47 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



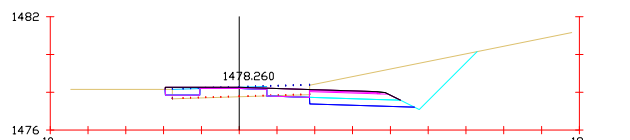
Pk=27+700
 S. FIRME = 3.05 m². S. DEMOLICION = 0.89 m². S. REFUERZO = 1.27 m².
 S. D TIERRA = 14.16 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.41 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



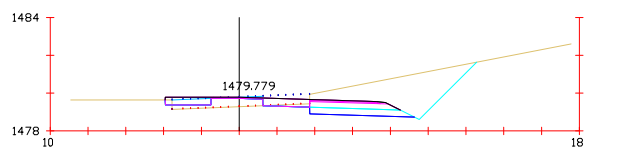
Pk=27+720
 S. FIRME = 3.09 m². S. DEMOLICION = 0.92 m². S. REFUERZO = 1.30 m².
 S. D TIERRA = 13.96 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.40 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



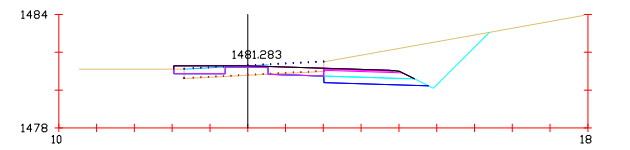
Pk=27+740
 S. FIRME = 2.98 m². S. DEMOLICION = 0.74 m². S. REFUERZO = 1.19 m².
 S. D TIERRA = 13.48 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.43 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



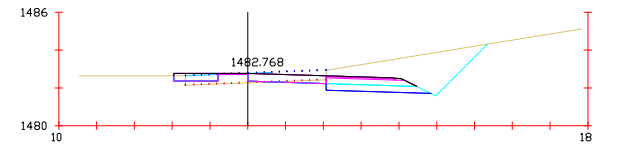
Pk=27+760
 S. FIRME = 3.67 m². S. DEMOLICION = 1.13 m². S. REFUERZO = 1.89 m².
 S. D TIERRA = 13.69 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.70 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



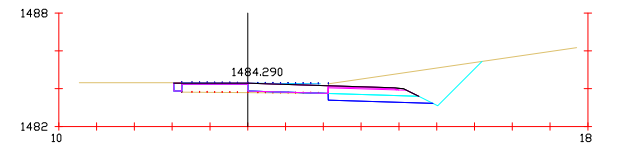
Pk=27+780
 S. FIRME = 3.95 m². S. DEMOLICION = 1.24 m². S. REFUERZO = 2.17 m².
 S. D TIERRA = 13.79 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.81 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



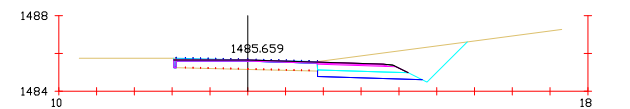
Pk=27+800
 S. FIRME = 4.24 m². S. DEMOLICION = 1.47 m². S. REFUERZO = 2.46 m².
 S. D TIERRA = 13.99 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.79 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



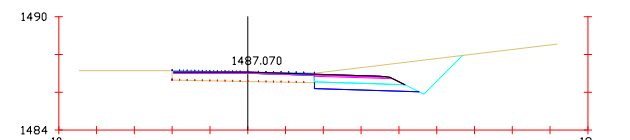
Pk=27+820
 S. FIRME = 4.53 m². S. DEMOLICION = 1.43 m². S. REFUERZO = 2.75 m².
 S. D TIERRA = 12.96 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 1.18 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



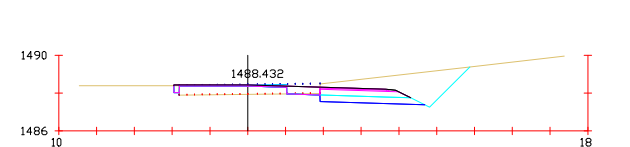
Pk=27+840
 S. FIRME = 3.90 m². S. DEMOLICION = 0.21 m². S. REFUERZO = 2.12 m².
 S. D TIERRA = 10.50 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 2.00 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



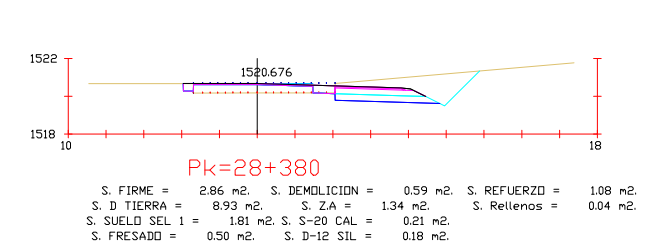
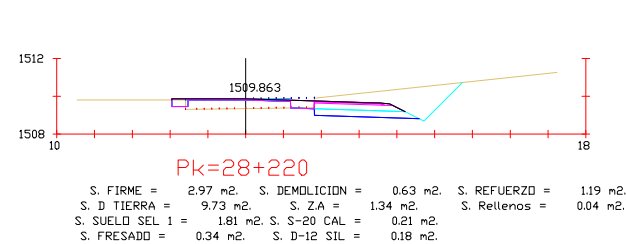
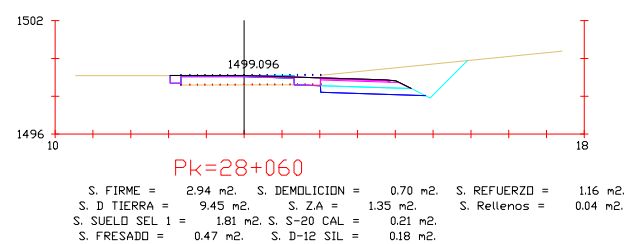
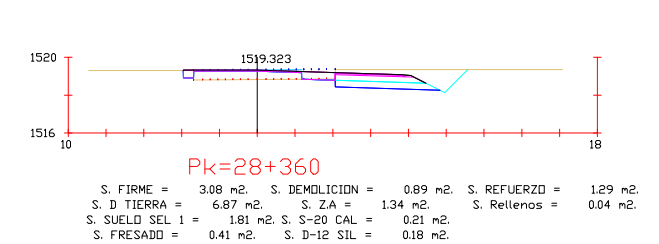
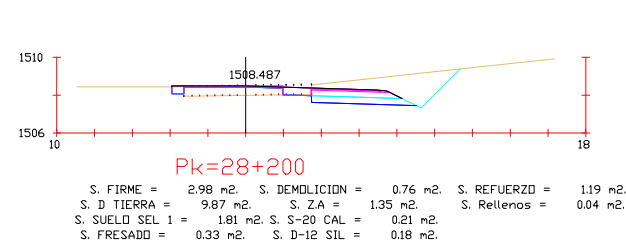
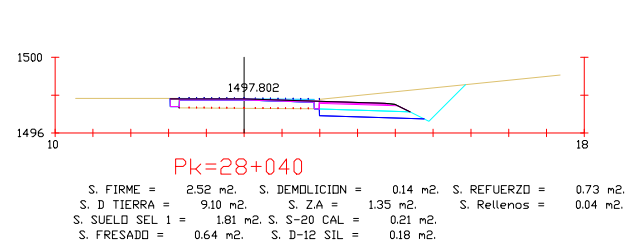
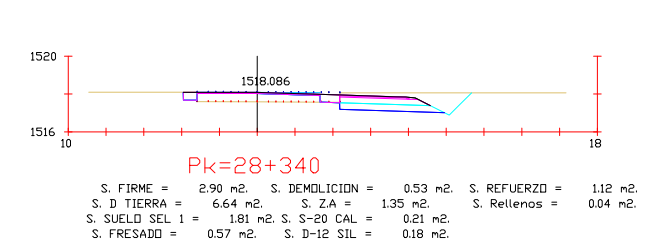
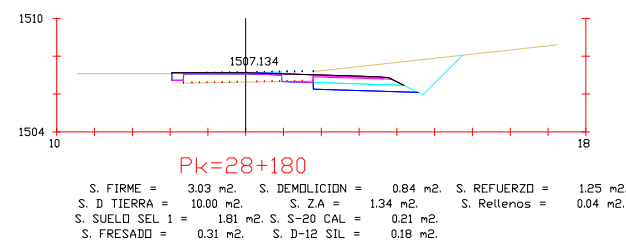
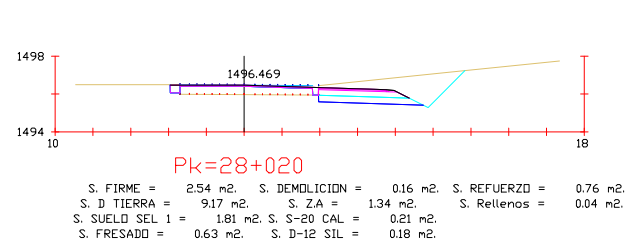
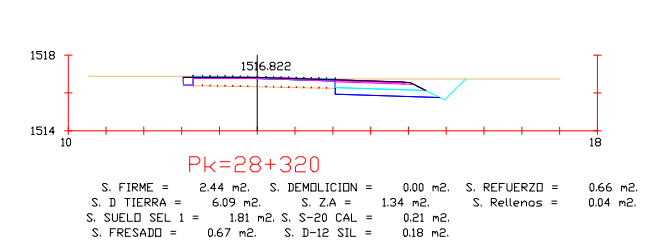
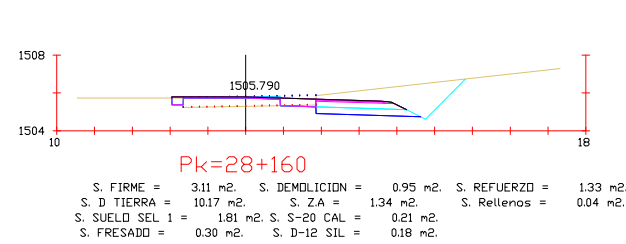
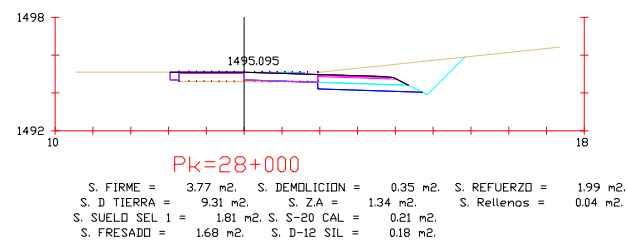
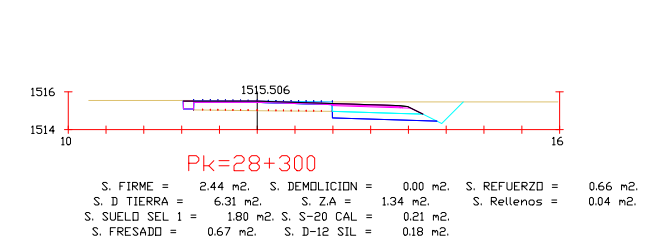
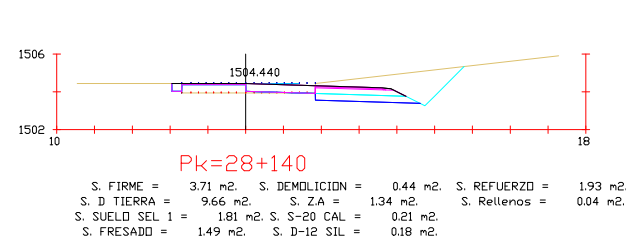
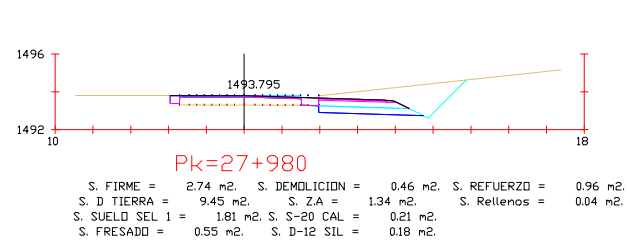
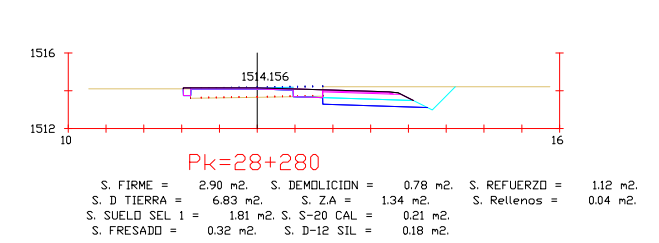
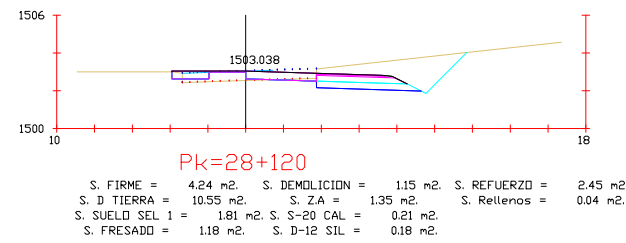
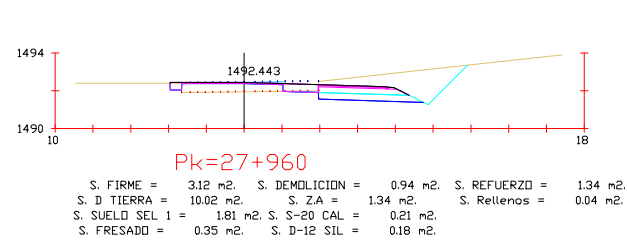
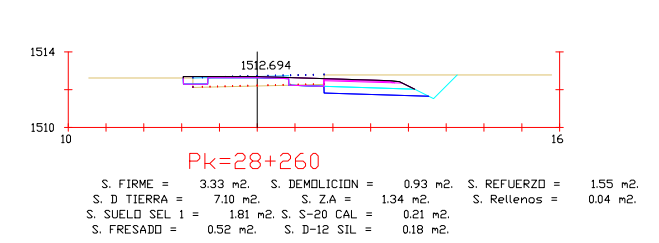
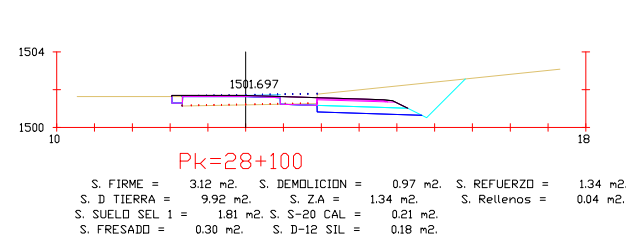
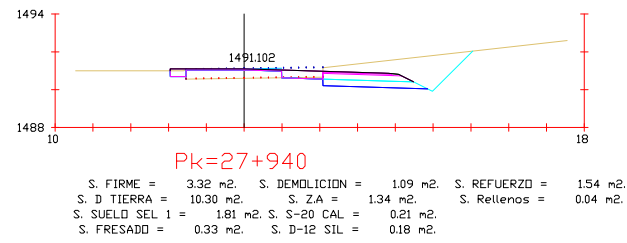
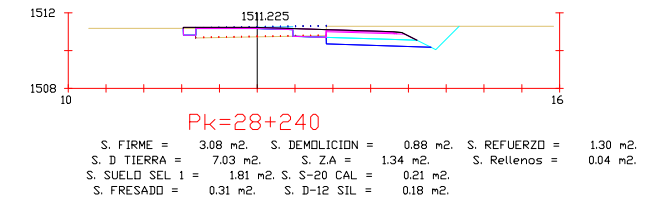
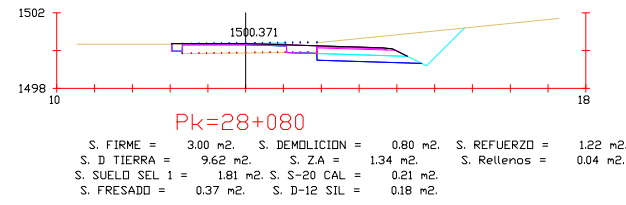
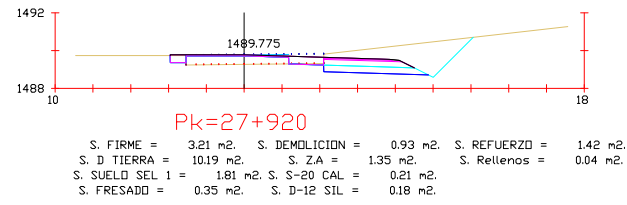
Pk=27+860
 S. FIRME = 2.28 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 9.34 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.66 m². S. REFUERZO = 0.50 m².

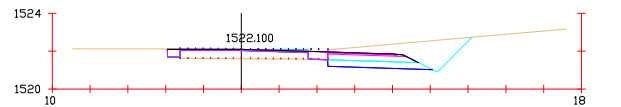


Pk=27+880
 S. FIRME = 2.22 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 0.45 m².
 S. D TIERRA = 9.08 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.67 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



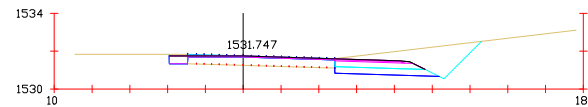
Pk=27+900
 S. FIRME = 2.96 m². S. DEMOLICION = 0.88 m². S. REFUERZO = 1.18 m².
 S. D TIERRA = 10.01 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.36 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².





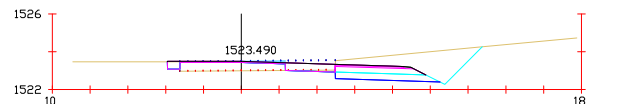
Pk=28+400

S. FIRME = 2.89 m². S. DEMOLICION = 0.52 m². S. REFUERZO = 1.10 m².
 S. D TIERRA = 8.91 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.60 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



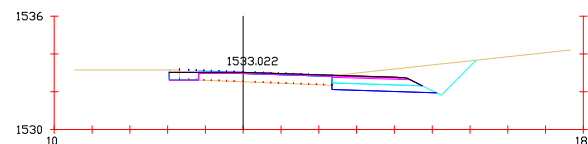
Pk=28+540

S. FIRME = 2.64 m². S. DEMOLICION = 0.00 m². S. REFUERZO = 0.86 m².
 S. D TIERRA = 9.18 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.62 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



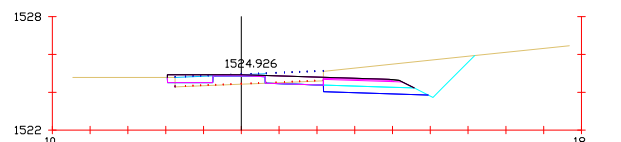
Pk=28+420

S. FIRME = 3.47 m². S. DEMOLICION = 1.32 m². S. REFUERZO = 1.68 m².
 S. D TIERRA = 9.82 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.40 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



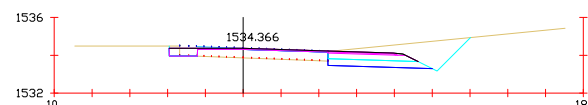
Pk=28+560

S. FIRME = 2.83 m². S. DEMOLICION = 0.50 m². S. REFUERZO = 1.06 m².
 S. D TIERRA = 8.38 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.46 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



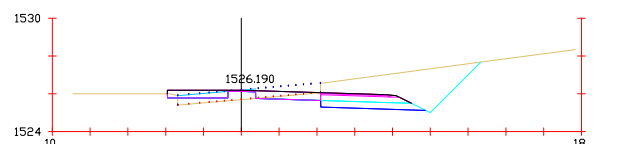
Pk=28+440

S. FIRME = 4.20 m². S. DEMOLICION = 1.54 m². S. REFUERZO = 2.41 m².
 S. D TIERRA = 11.18 m². S. Z.A = 1.35 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.80 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



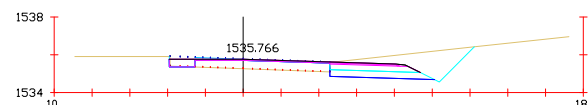
Pk=28+580

S. FIRME = 2.80 m². S. DEMOLICION = 0.47 m². S. REFUERZO = 1.02 m².
 S. D TIERRA = 8.12 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.45 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



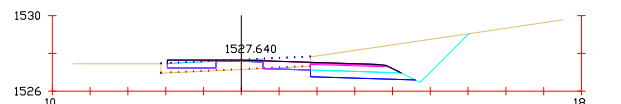
Pk=28+460

S. FIRME = 4.59 m². S. DEMOLICION = 1.71 m². S. REFUERZO = 2.81 m².
 S. D TIERRA = 13.97 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.72 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



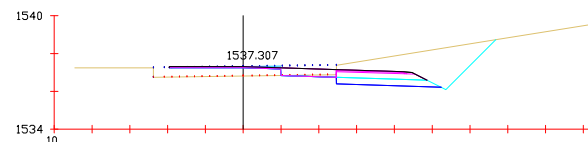
Pk=28+600

S. FIRME = 2.76 m². S. DEMOLICION = 0.66 m². S. REFUERZO = 0.98 m².
 S. D TIERRA = 8.18 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.46 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



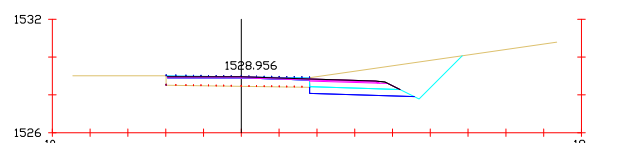
Pk=28+480

S. FIRME = 4.01 m². S. DEMOLICION = 1.25 m². S. REFUERZO = 2.23 m².
 S. D TIERRA = 12.17 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.91 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



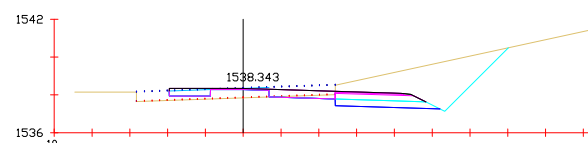
Pk=28+620

S. FIRME = 3.34 m². S. DEMOLICION = 1.47 m². S. REFUERZO = 1.56 m².
 S. D TIERRA = 12.06 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.34 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



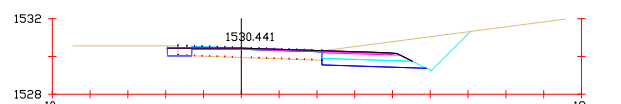
Pk=28+500

S. FIRME = 2.23 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. D TIERRA = 9.95 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².
 S. FRESADO = 0.65 m². S. REFUERZO = 0.45 m².



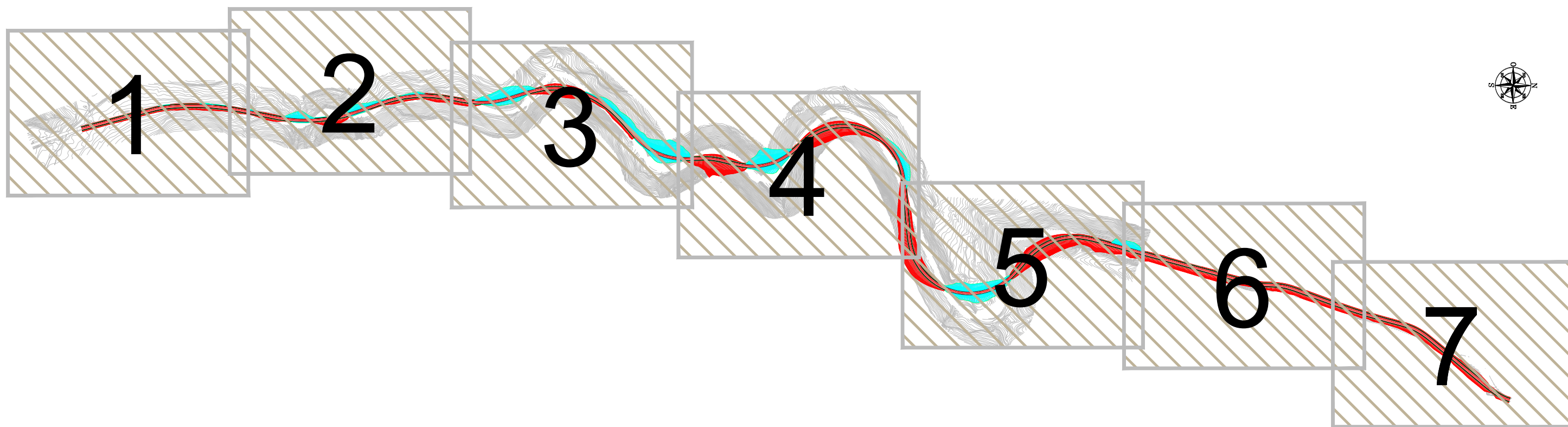
Pk=28+631.815

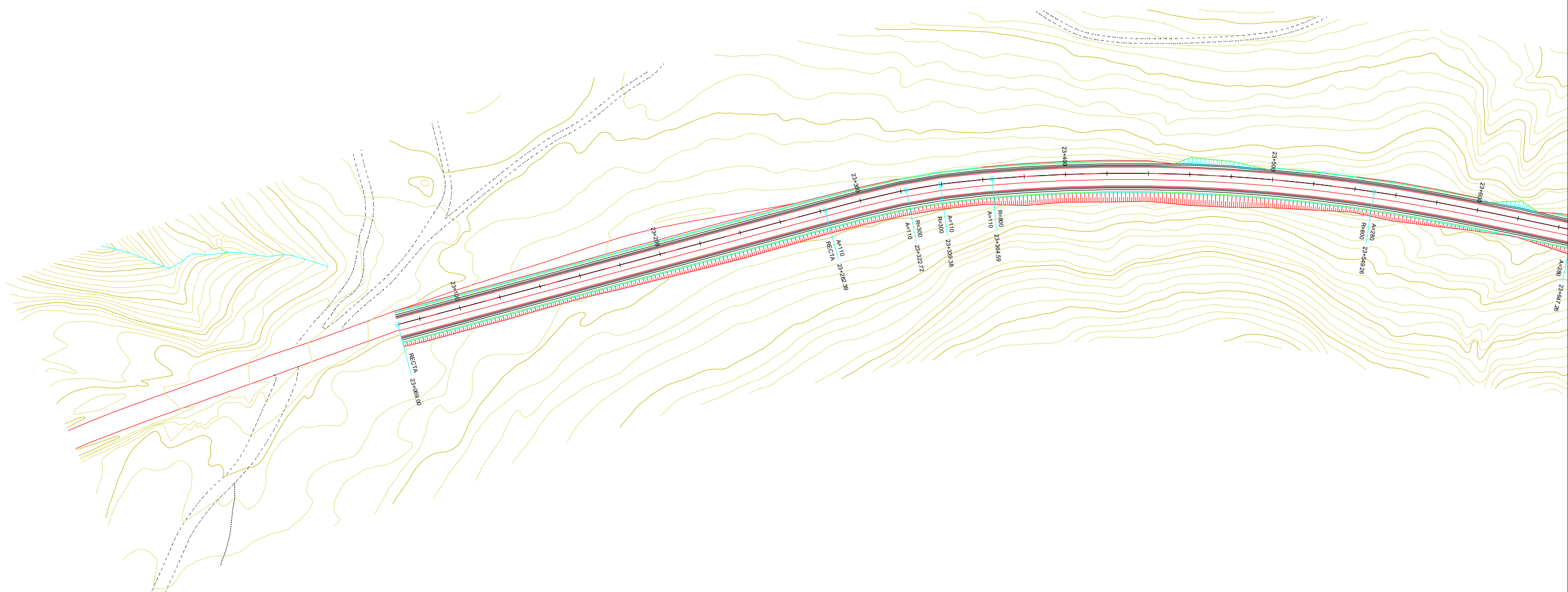
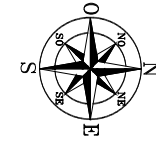
S. FIRME = 4.29 m². S. DEMOLICION = 1.75 m². S. REFUERZO = 2.51 m².
 S. D TIERRA = 15.29 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.81 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.88 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².



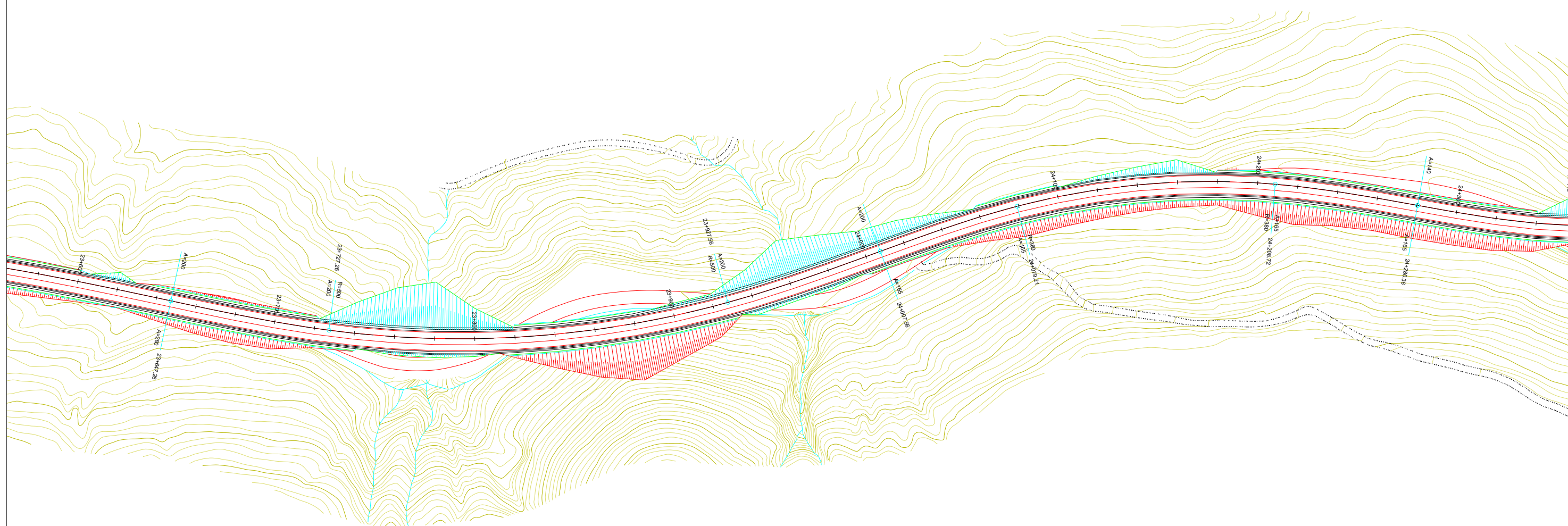
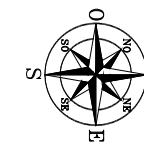
Pk=28+520

S. FIRME = 2.71 m². S. DEMOLICION = 0.36 m². S. REFUERZO = 0.94 m².
 S. D TIERRA = 9.22 m². S. Z.A = 1.34 m². S. Rellenos = 0.04 m².
 S. SUELO SEL 1 = 1.80 m². S. S-20 CAL = 0.21 m².
 S. FRESADO = 0.52 m². S. D-12 SIL = 0.18 m².

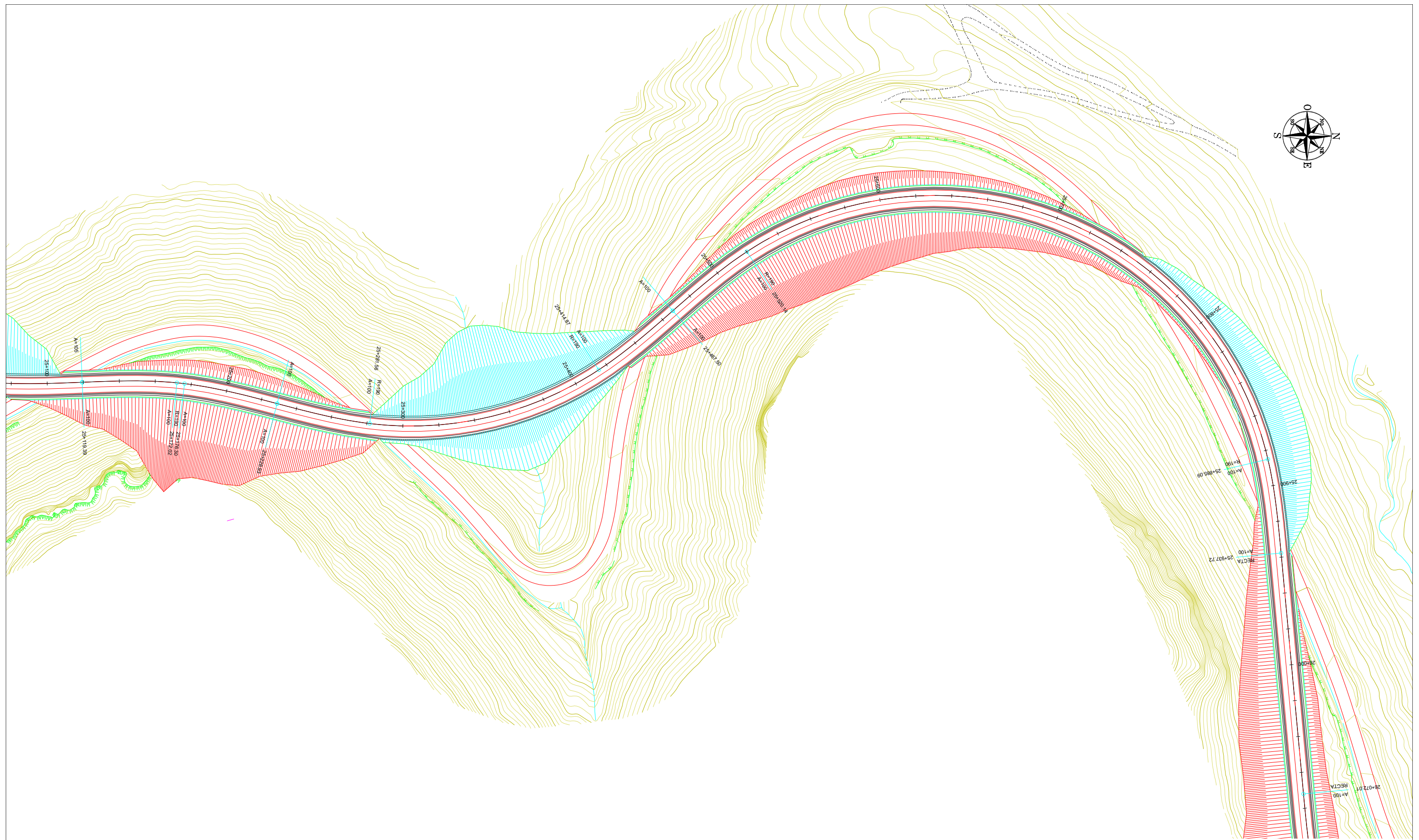




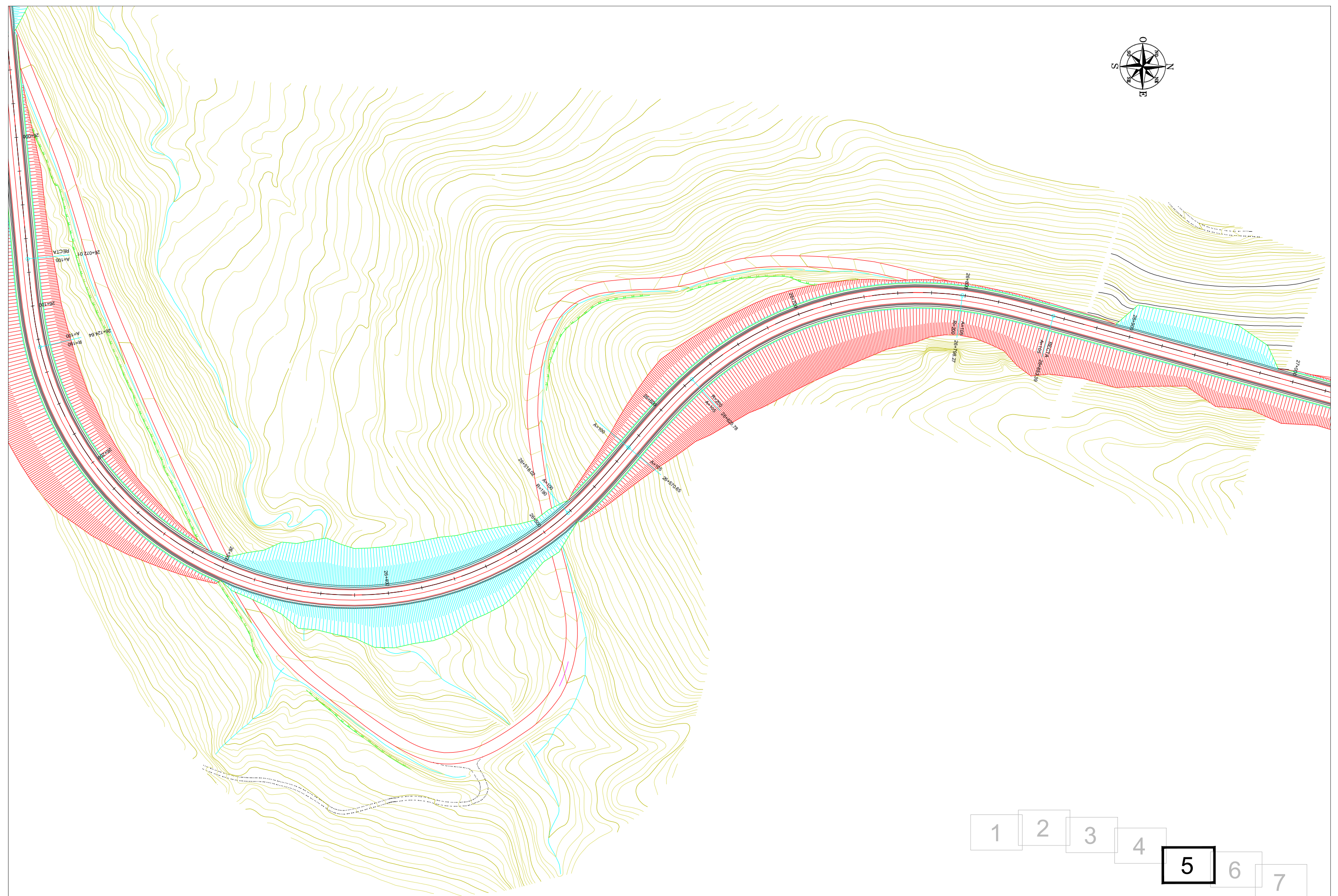
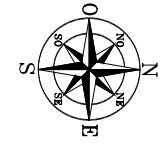
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



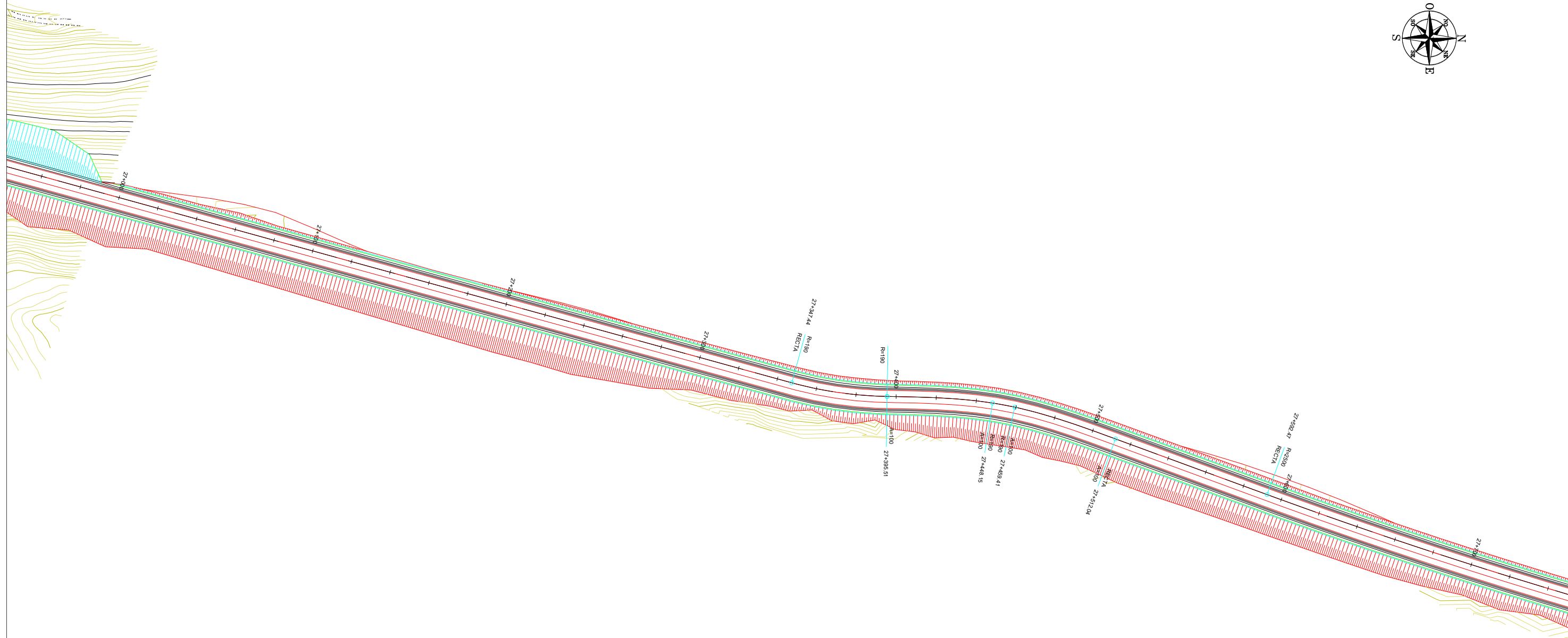
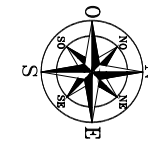
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



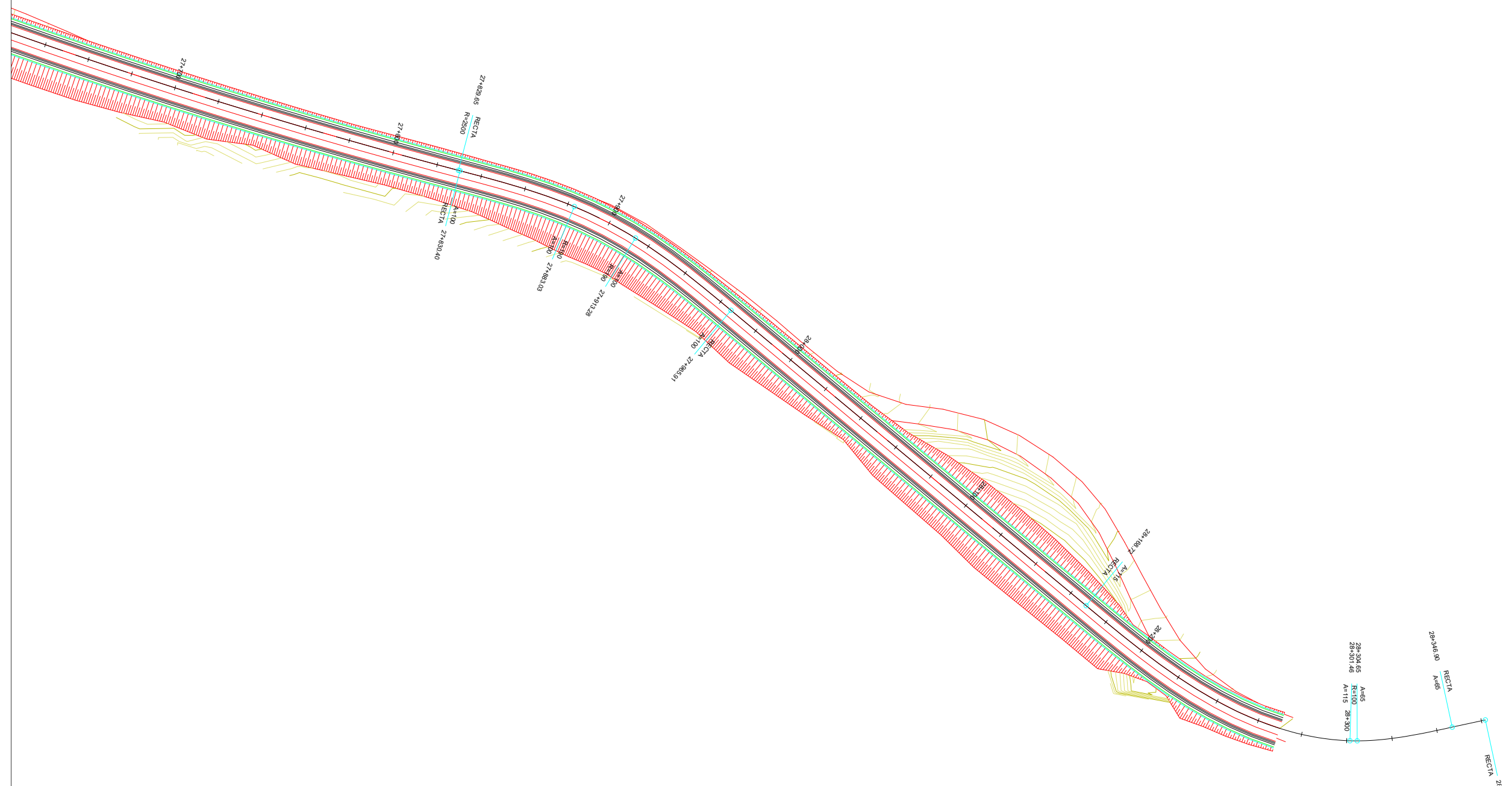
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

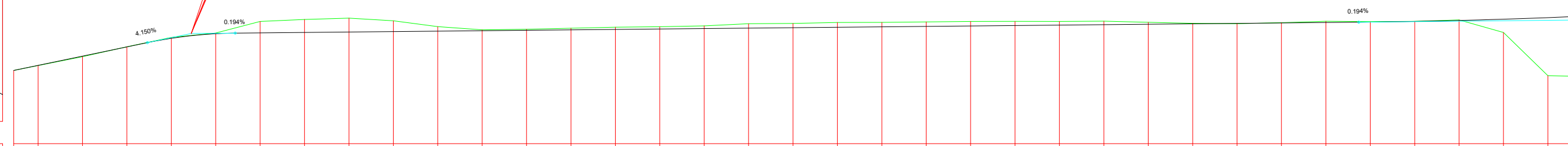
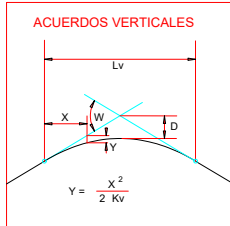


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7**

PK= 23+149.000
 CV= 1367.897
 KV= 1000.000
 W = -0.040
 LV= 39.558
 D = 0.198



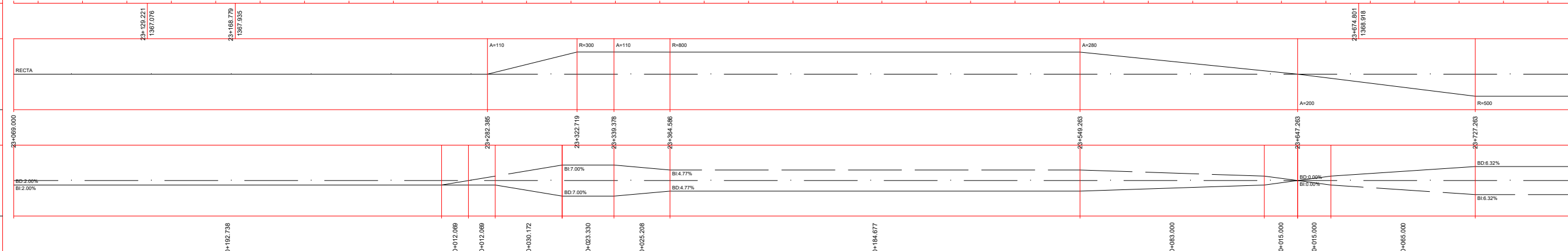
PLANO DE COMPARACION 1358

DISTANCIAS	P.K.	
	AL ORIGEN	PARCIALES
ORDENADAS	RASANTE	TERRENO
COTAS ROJAS	DESMONTE	TERRAPLEN

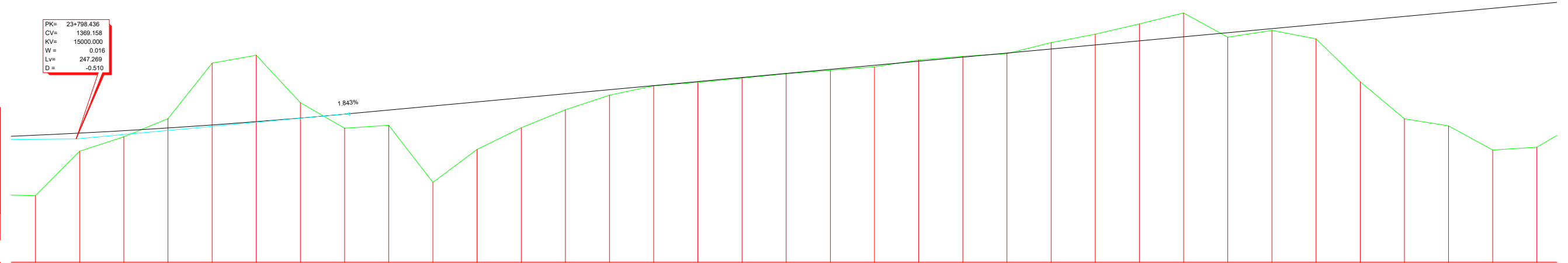
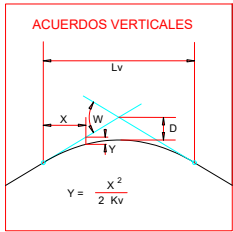
P.K.	23+200	23+400	23+600
AL ORIGEN	0.000	20.000	40.000
PARCIALES	11.000	21.000	31.000
RASANTE	1364.577	1368.054	1368.864
TERRENO	1364.58	1365.02	1365.81
DESMONTE	0.00	0.01	0.09
TERRAPLEN	0.01	0.06	0.03

ACUERDOS VERTICALES

DIAGRAMA DE CURVATURAS
RECTA



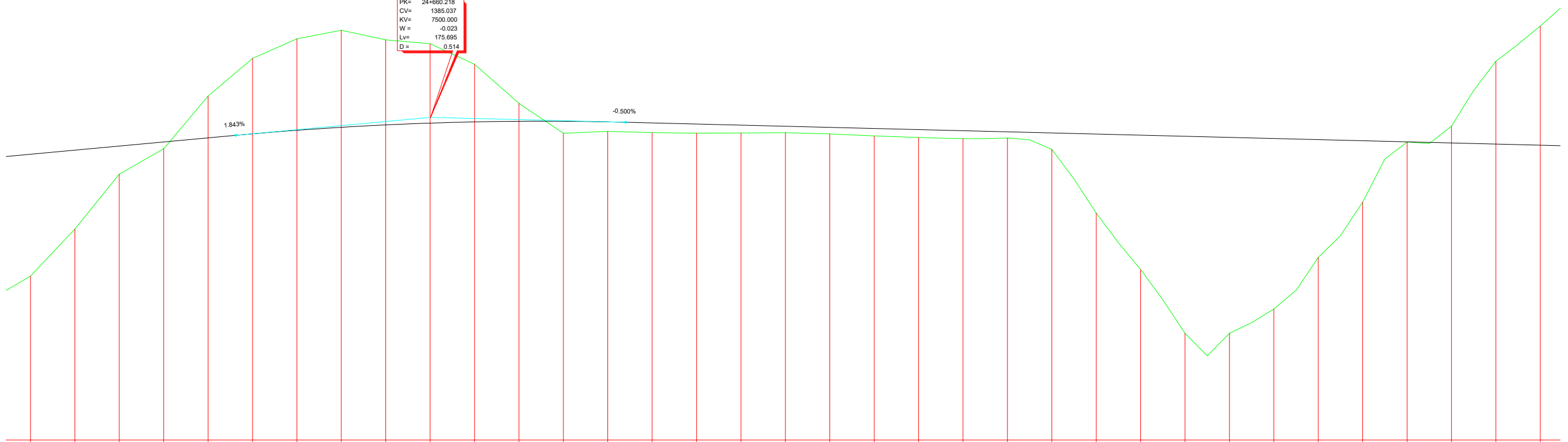
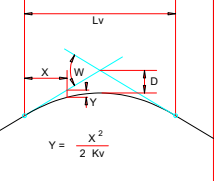
PK= 23+798.436
 CV= 1369.158
 KV= 15000.000
 W = 0.016
 LV= 247.269
 D = -0.510



PLANO DE COMPARACION		1358																																					
P.K.		23+800		24+000		24+200		24+400																															
DISTANCIAS	AL ORIGEN	780.000	800.000	820.000	840.000	860.000	880.000	900.000	920.000	940.000	960.000	980.000	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	280.000	300.000	320.000	340.000	360.000	380.000	400.000	420.000	440.000	460.000			
	PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
ORDEMADAS	RASANTE	1369.491	1369.663	1369.902	1370.148	1370.421	1370.720	1371.045	1371.398	1371.766	1372.135	1372.503	1372.872	1373.240	1373.609	1373.977	1374.346	1374.714	1375.083	1375.451	1375.820	1376.189	1376.557	1376.926	1377.294	1377.663	1378.031	1378.400	1378.768	1379.137	1379.505	1379.874	1380.242	1380.611	1380.979	1381.348			
	TERRENO	1364.02	1365.05	1369.35	1370.99	1376.02	1376.73	1372.44	1370.13	1371.398	1370.39	1365.22	1372.503	1370.17	1371.60	1373.12	1374.346	1374.66	1375.083	1375.37	1375.68	1376.30	1376.189	1376.63	1376.88	1377.87	1378.64	1379.57	1380.56	1378.37	1378.98	1379.21	1374.33	1370.68	1370.34	1368.15	1368.41		
COTAS ROJAS	DESMONTE				0.84	5.60	6.01	1.39														0.11	0.08			0.58	0.88	1.54	2.18										
	TERRAPLEN	4.47	1.64	5.55					1.27	1.38	6.91	4.39	2.70	1.44	6.69	0.01	0.07	0.06	0.03	0.08	0.14			0.05				6.40	0.18	1.29	5.54	8.28	9.27	13.83	13.84				
ACUERDOS VERTICALES								23+922.070 1371.436																															
DIAGRAMA DE CURVATURAS								R=500		A=200		A=165		R=360		A=165								A=140		R=250		A=140											
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO	BD 6.32%						BD 0.00%		BD 6.95%		BD 6.95%				BD 0.00%		BD 0.00%				BD 7.00%		BD 7.00%															
	BORDE IZQUIERDO	BI 6.32%						BI 0.00%		BI 0.00%		BI 6.95%		BI 6.95%				BI 0.00%		BI 0.00%				BI 7.00%		BI 7.00%													
		D=200.300						D=980.000		D=4071.645		D=129.508		D=471.645		D=4278.400		D=442.773		D=4078.400																			

PK= 24+660.218
 CV= 1385.037
 KV= 7500.000
 W = -0.023
 Lv= 175.695
 D = 0.514

ACUERDOS VERTICALES



PLANO DE COMPARACION

P.K.		24+600										24+800										25+000												
DISTANCIAS	AL ORIGEN	480.000	500.000	520.000	540.000	560.000	580.000	600.000	620.000	640.000	660.000	680.000	700.000	720.000	740.000	760.000	780.000	800.000	820.000	840.000	860.000	880.000	900.000	920.000	940.000	960.000	980.000	100.000	120.000	140.000	160.000			
	PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000			
ORDENADAS	RASANTE	1381.716	1382.085	1382.453	1382.822	1383.190	1383.558	1383.927	1384.295	1384.664	1385.032	1385.400	1385.768	1386.136	1386.504	1386.872	1387.240	1387.608	1387.976	1388.344	1388.712	1389.080	1389.448	1389.816	1390.184	1390.552	1390.920	1391.288	1391.656	1392.024	1392.392			
	TERRENO	1370.75	1374.99	1379.93	1382.21	1386.95	1390.35	1392.11	1392.88	1392.02	1384.360	1384.521	1388.61	1388.629	1386.30	1384.664	1383.61	1384.696	1384.624	1384.538	1384.438	1384.338	1384.238	1384.138	1384.038	1383.938	1383.838	1383.738	1383.638	1383.538	1383.438	1383.338		
COTAS ROJAS	DESMONTE					3.76	6.79	8.23	8.73	7.66	7.16	5.18	1.61															1.51	7.44	10.72				
	TERRAPLEN	10.98	7.10	2.93	0.61									1.59	0.86	0.87	0.82	0.70	0.58	0.49	0.47	0.41	0.31	0.21	0.11	0.05	1.48	7.12	12.10	17.73	17.63	15.38	10.60	5.53

ACUERDOS VERTICALES

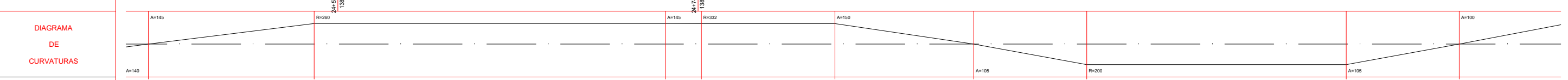
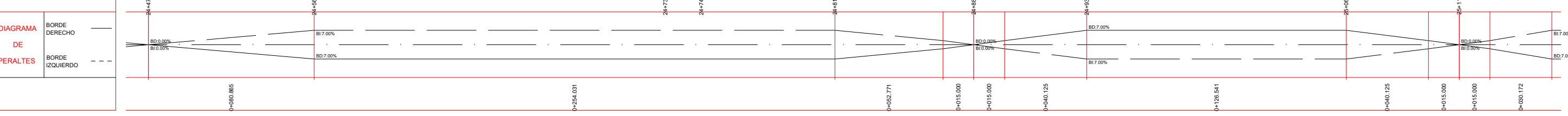
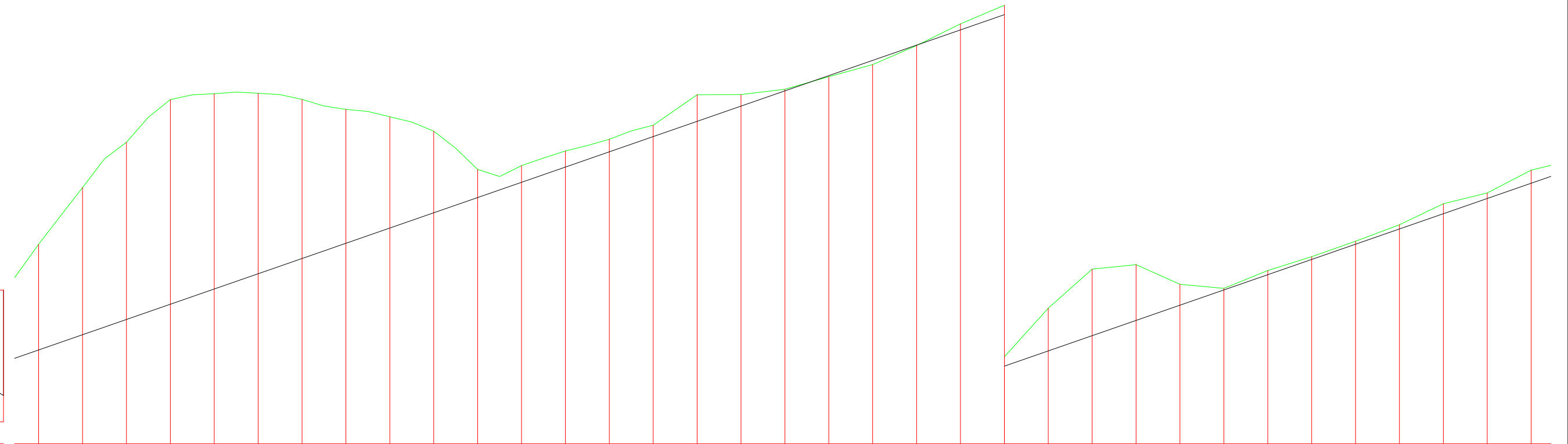
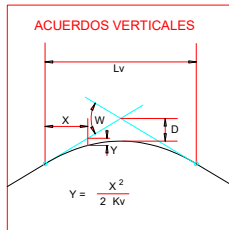
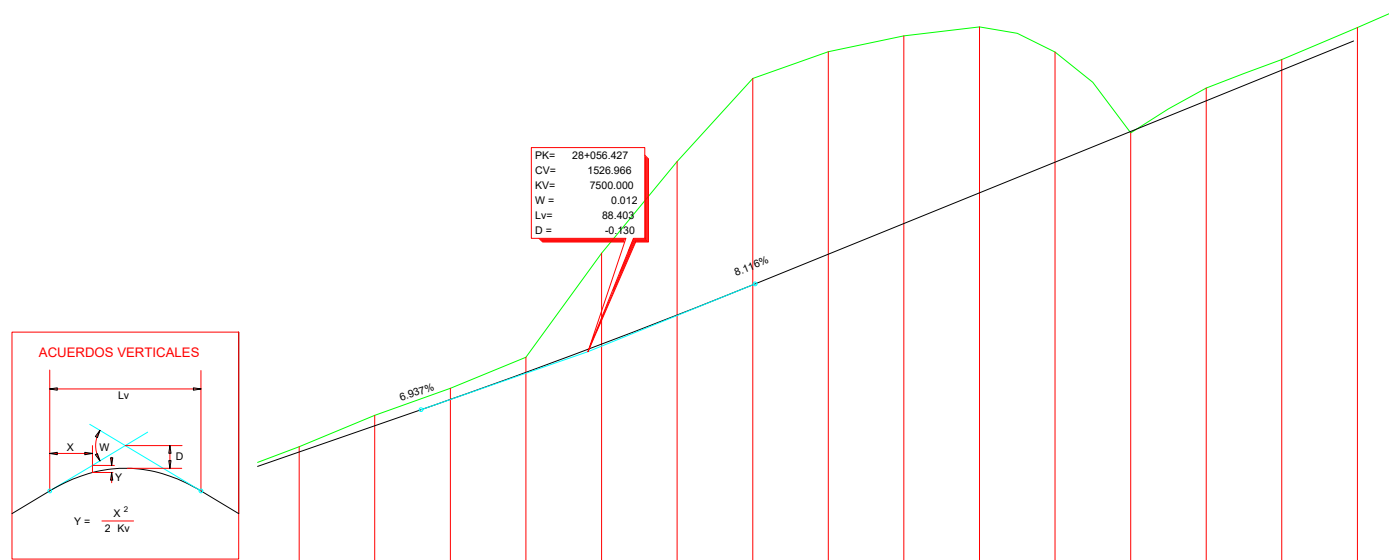


DIAGRAMA DE PERALTES



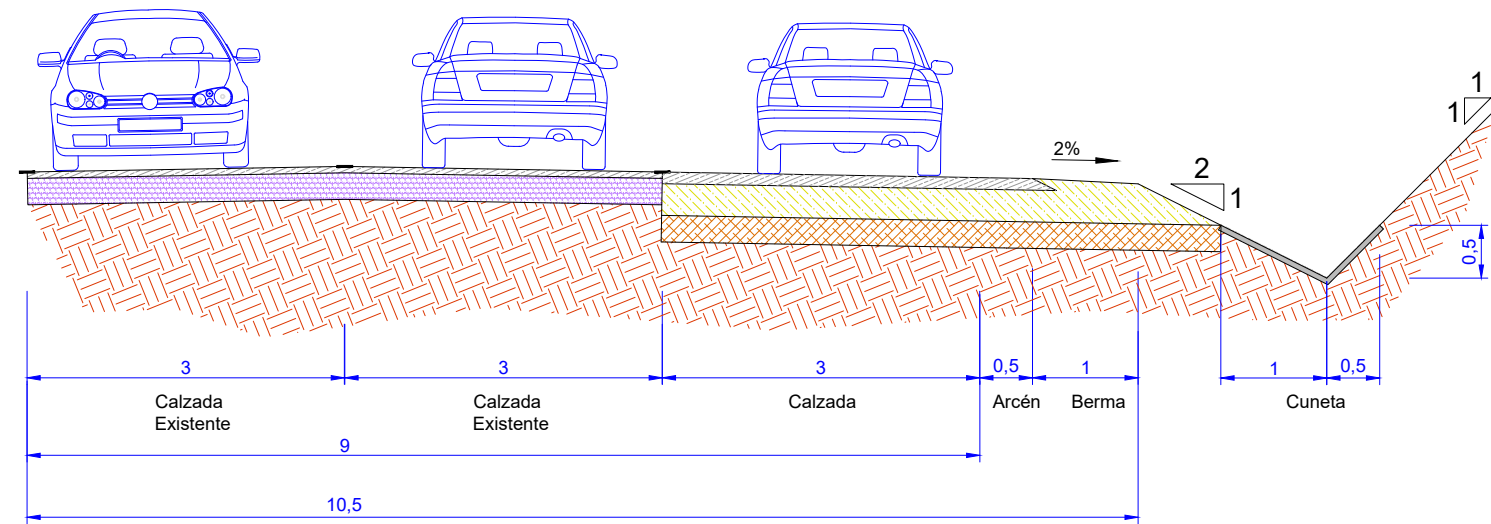


PLANO DE COMPARACION		1416	26+600																		26+800	27+000																		27+200
DISTANCIAS	P.K.																																							
	AL ORIGEN	560.000																			800.000																			1000.000
ORDENADAS	PARCIALES	20.000																			20.000																			20.000
	RASANTE	1424.549																			1430.088																			1435.627
COTAS ROJAS	TERRENO	1434.17																			1441.33																			1447.91
	DESMONTE	9.62																			1.33																			0.91
ACUERDOS VERTICALES	TERRAPLEN																																							
	DIAGRAMA DE CURVATURAS																																							
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO																																							
	BORDE IZQUIERDO																																							

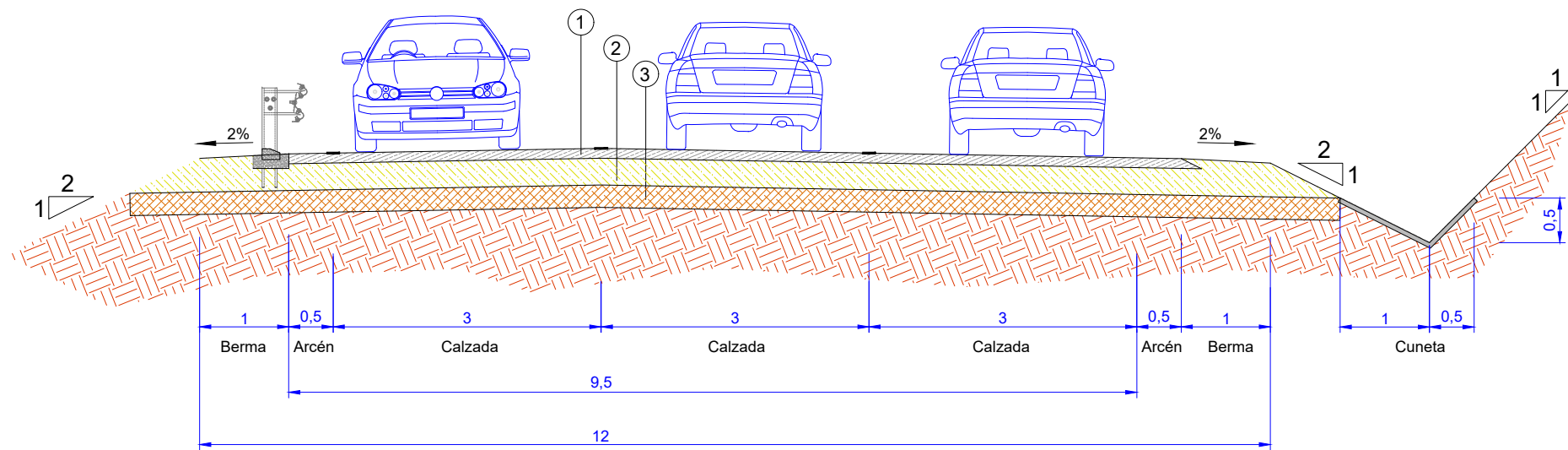


PLANO DE COMPARACION		1514														
P.K.		28+000										28+200				
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	270.000
	PARCIALES	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	270.000	
ORDENADAS	RASANTE	+1521.664	+1523.052	+1524.443	+1525.878	+1527.366	+1528.807	+1530.292	+1531.725	+1533.148	+1534.562	+1535.965	+1537.358	+1538.741	+1540.114	
	TERRENO	+1521.94	+1523.00	+1524.03	+1525.07	+1526.16	+1527.03	+1527.82	+1528.55	+1529.22	+1529.84	+1530.41	+1530.92	+1531.38	+1531.79	
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.28	0.05	0.09	0.06	0.41	0.12	0.02	0.07	0.06	0.08	0.05	0.04	0.06	0.06	
	TERRAPLEN											0.08				
ACUERDOS VERTICALES		28+012.226 1523.900					28+100.628 1530.253									
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA														
DIAGRAMA DE PERALTES		BORDE DERECHO: 80.200% BORDE IZQUIERDO: 812.00%														
		0+015.038				0+153.673					0+034.097	0+034.097			0+085.243	

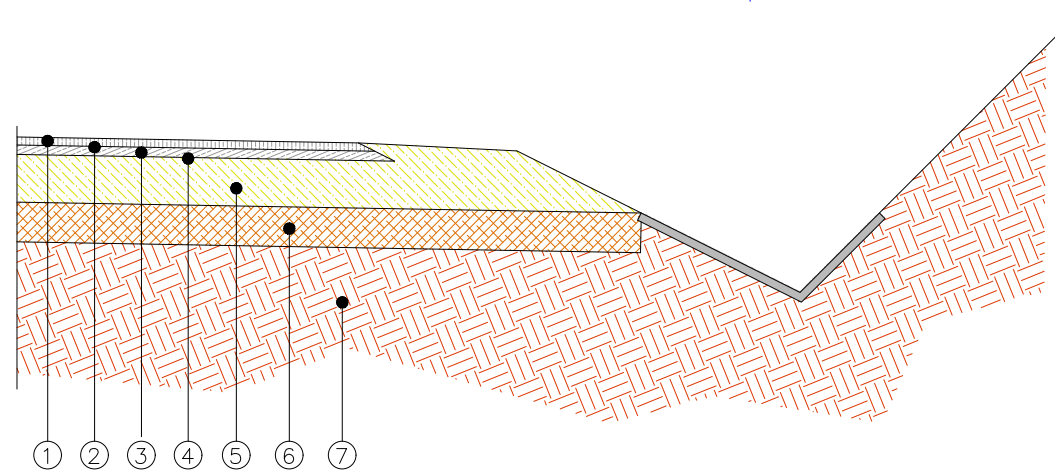
SECCIÓN REFUERZO DE FIRME Y AMPLIACION AL TERCER CARRIL

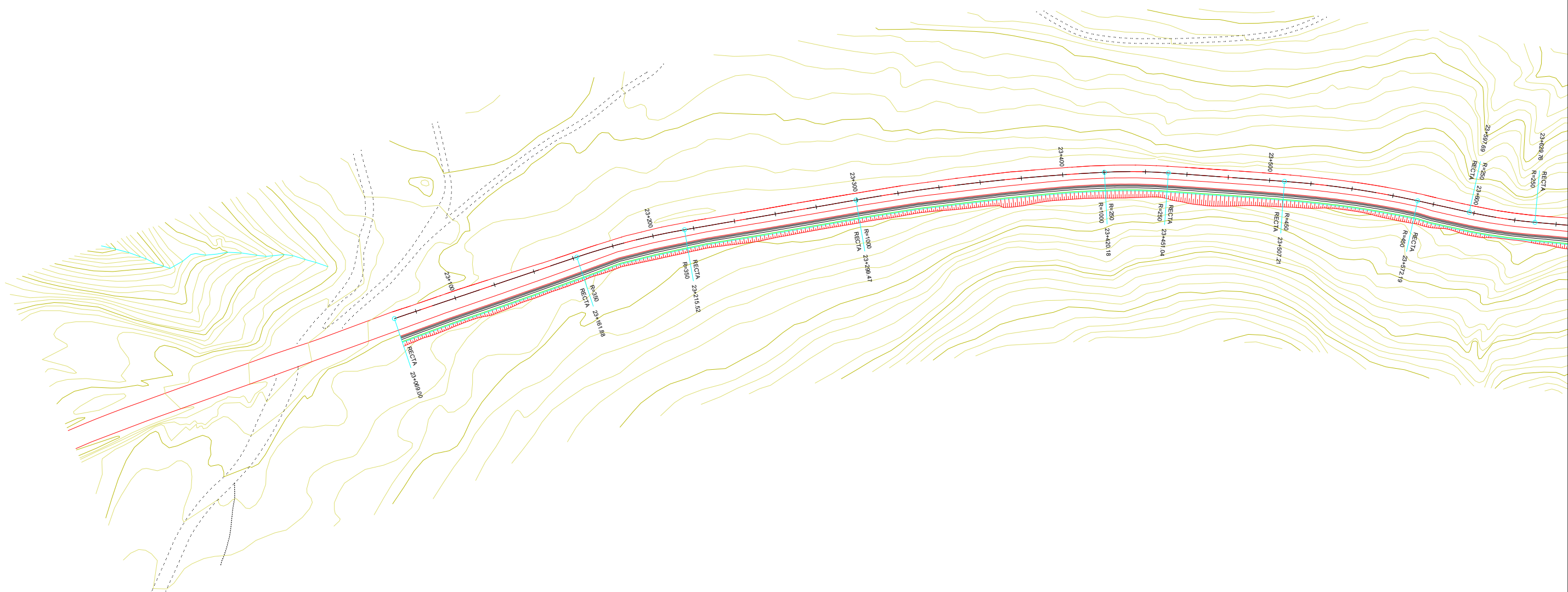
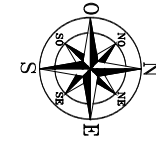


SECCIÓN NUEVA CONSTRUCCIÓN

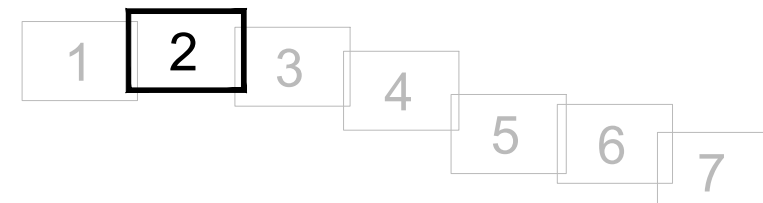
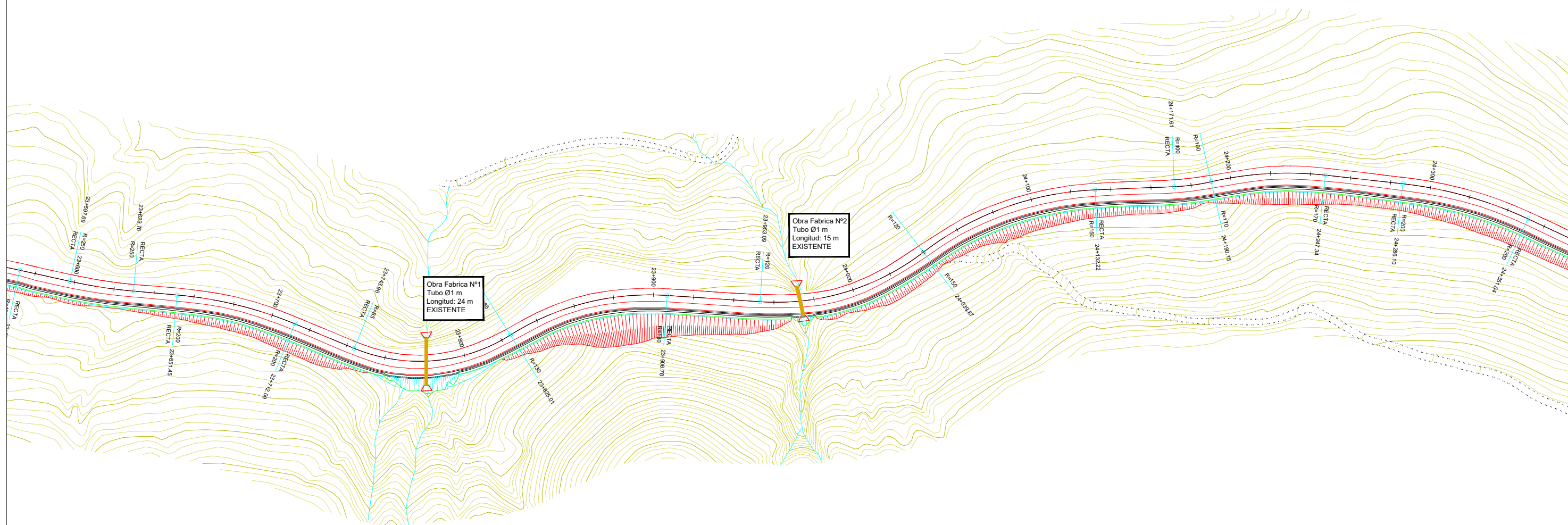
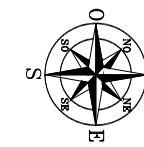


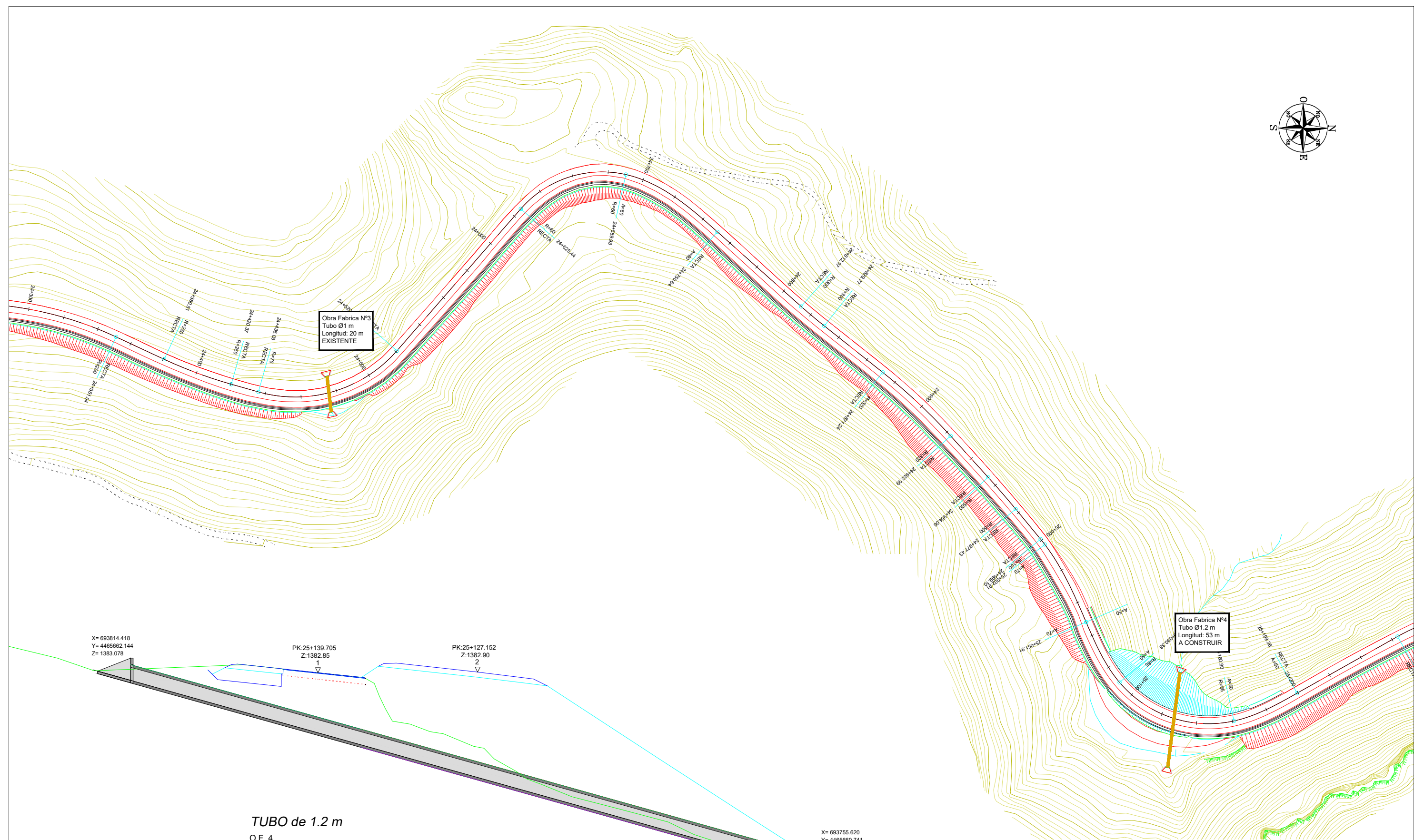
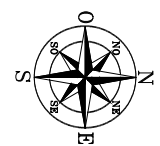
- ① M.B.C. TIPO D-12 SILICEO (5 cm.)
- ② RIEGO DE ADHERENCIA, emulsión C60B3 ADH 0,7 kg/m²
- ③ M.B.C. TIPO S-20 CALIZO (6 cm.)
- ④ RIEGO DE IMPRIMACIÓN, emulsión C50BF4 IMP, 1,0 kg/m²
- ⑤ ZAHORRA ARTIFICIAL (30 cm.)
- ⑥ SUELO SELECCIONADO (s2) (35 cm.)
- ⑦ TERRENO NATURAL





- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7





Obra Fabrica N°3
 Tubo Ø1 m
 Longitud: 20 m
 EXISTENTE

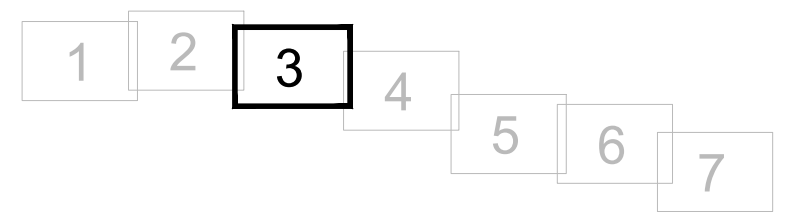
Obra Fabrica N°4
 Tubo Ø1.2 m
 Longitud: 53 m
 A CONSTRUIR

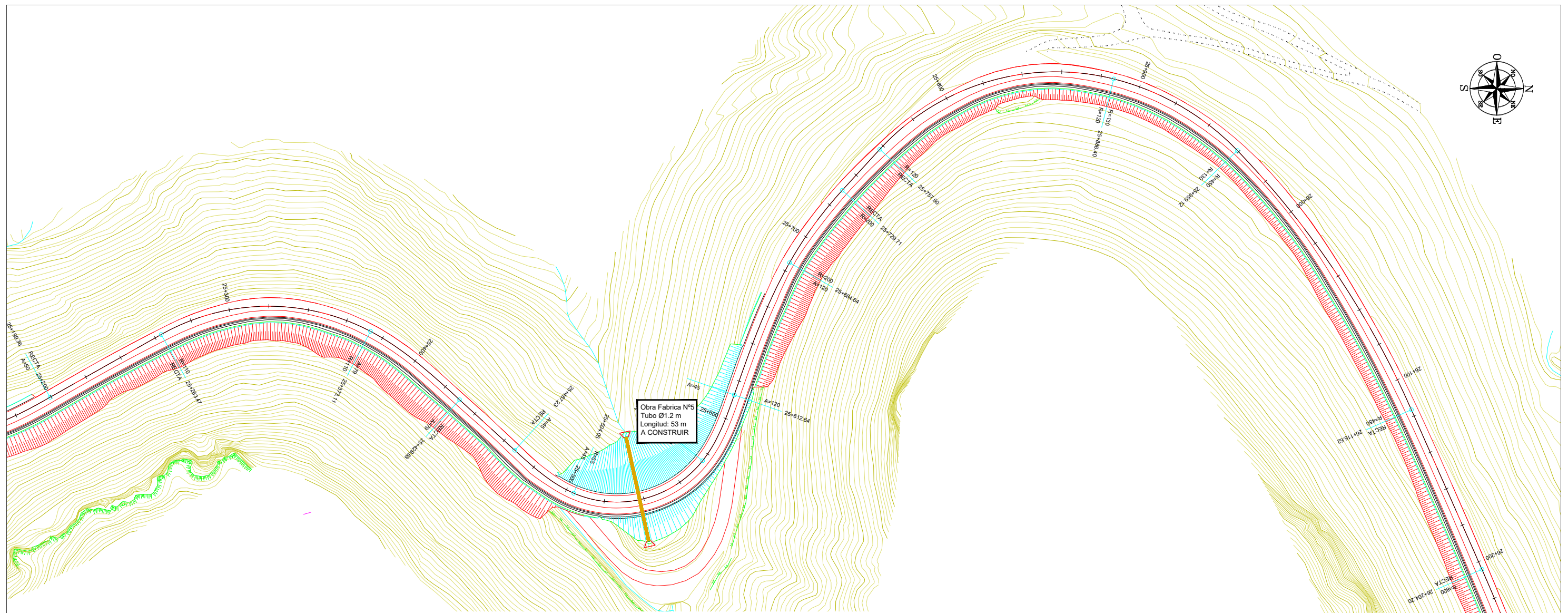
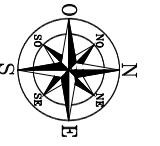
TUBO de 1.2 m

O.F. 4
 ESV:-111.02c L:59.287
 PK:25+127.152 P=-27.982%
 L:59.287 AZ= 308.181

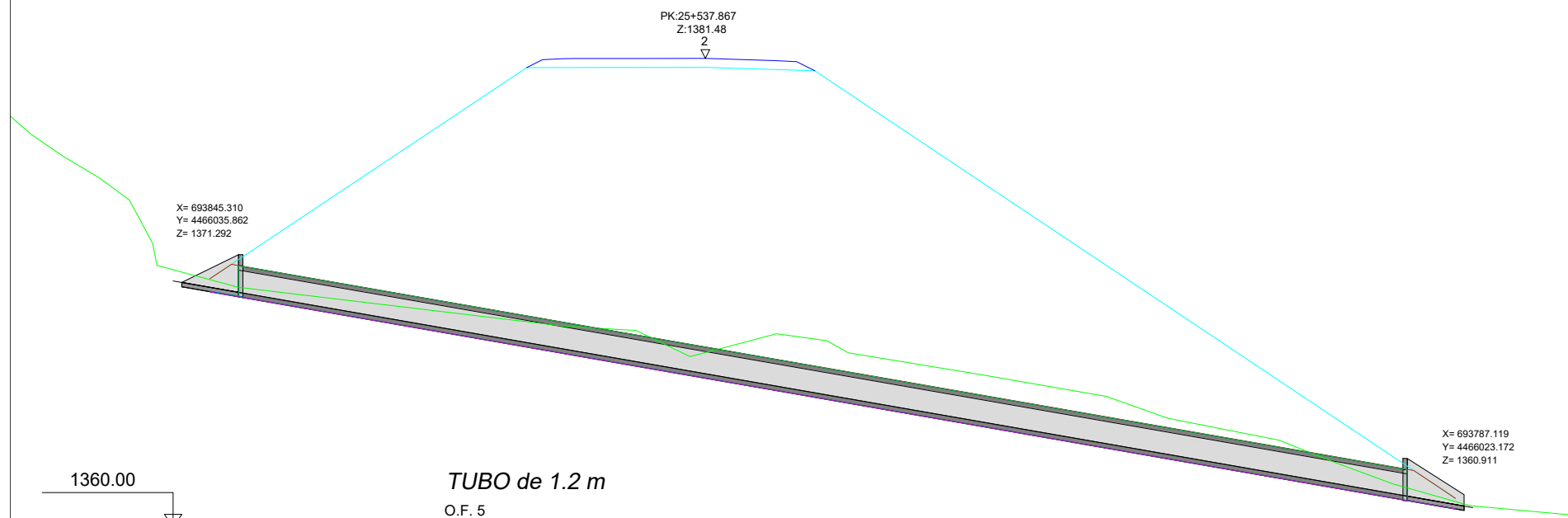
1366.00

X= 693755.620
 Y= 4465669.741
 Z= 1366.488



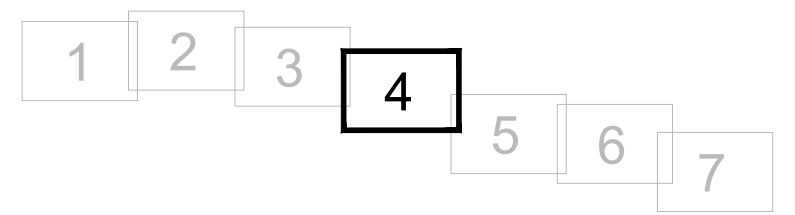


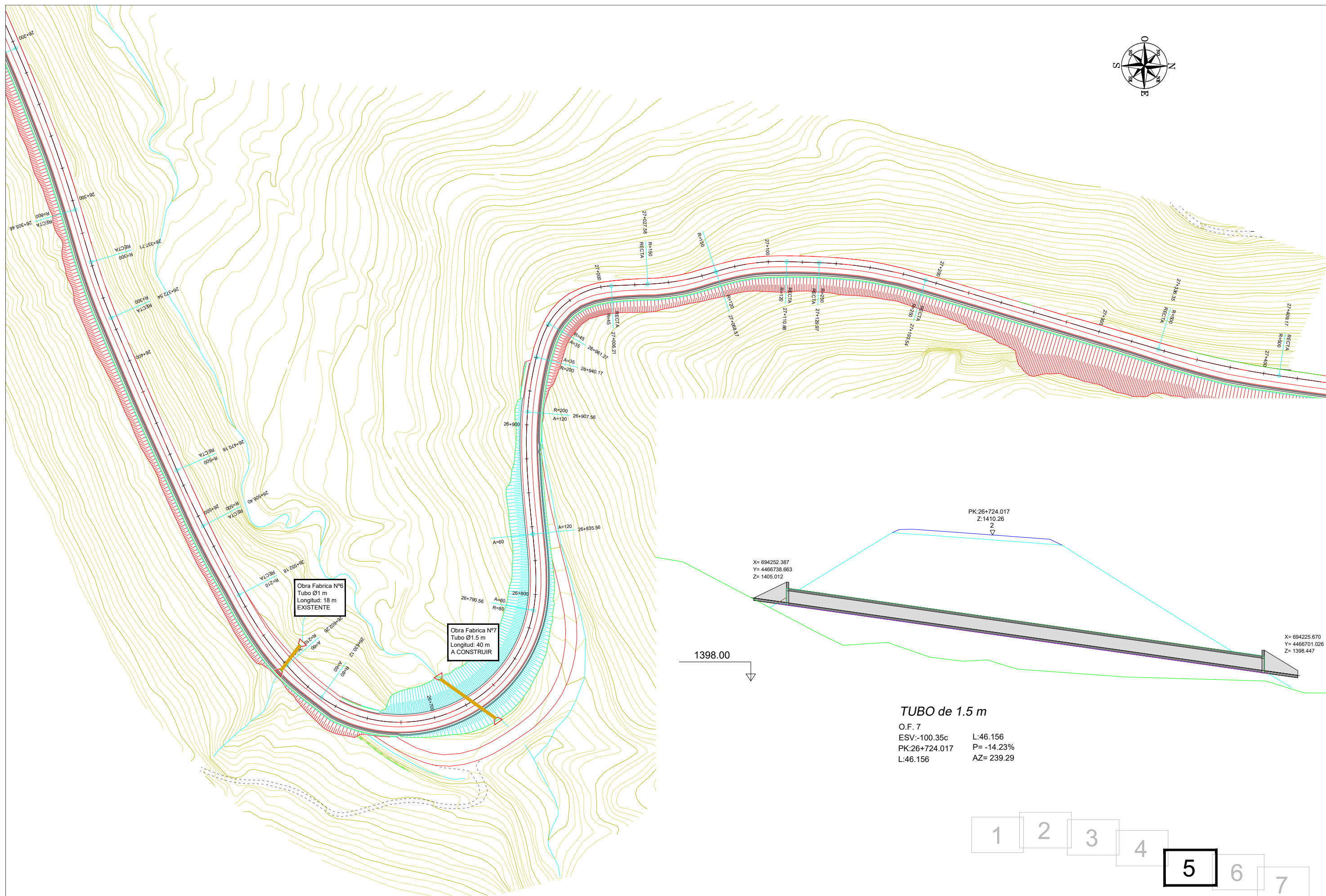
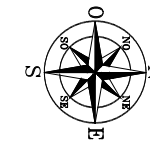
Obra Fabrica Nº5
 Tubo Ø1.2 m
 Longitud: 53 m
 A CONSTRUIR



1360.00

TUBO de 1.2 m
 O.F. 5
 ESV:-100.35c L:59.559
 PK:25+537.867 P= -17.43%
 L:59.559 AZ= 286.332

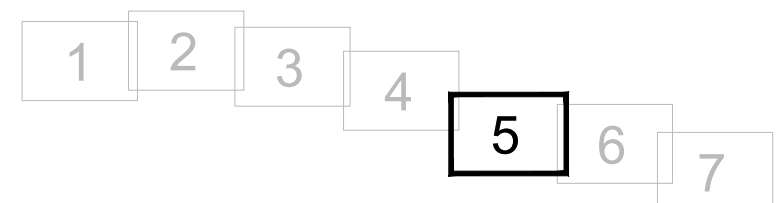


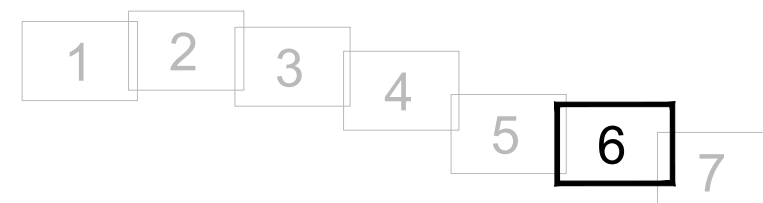
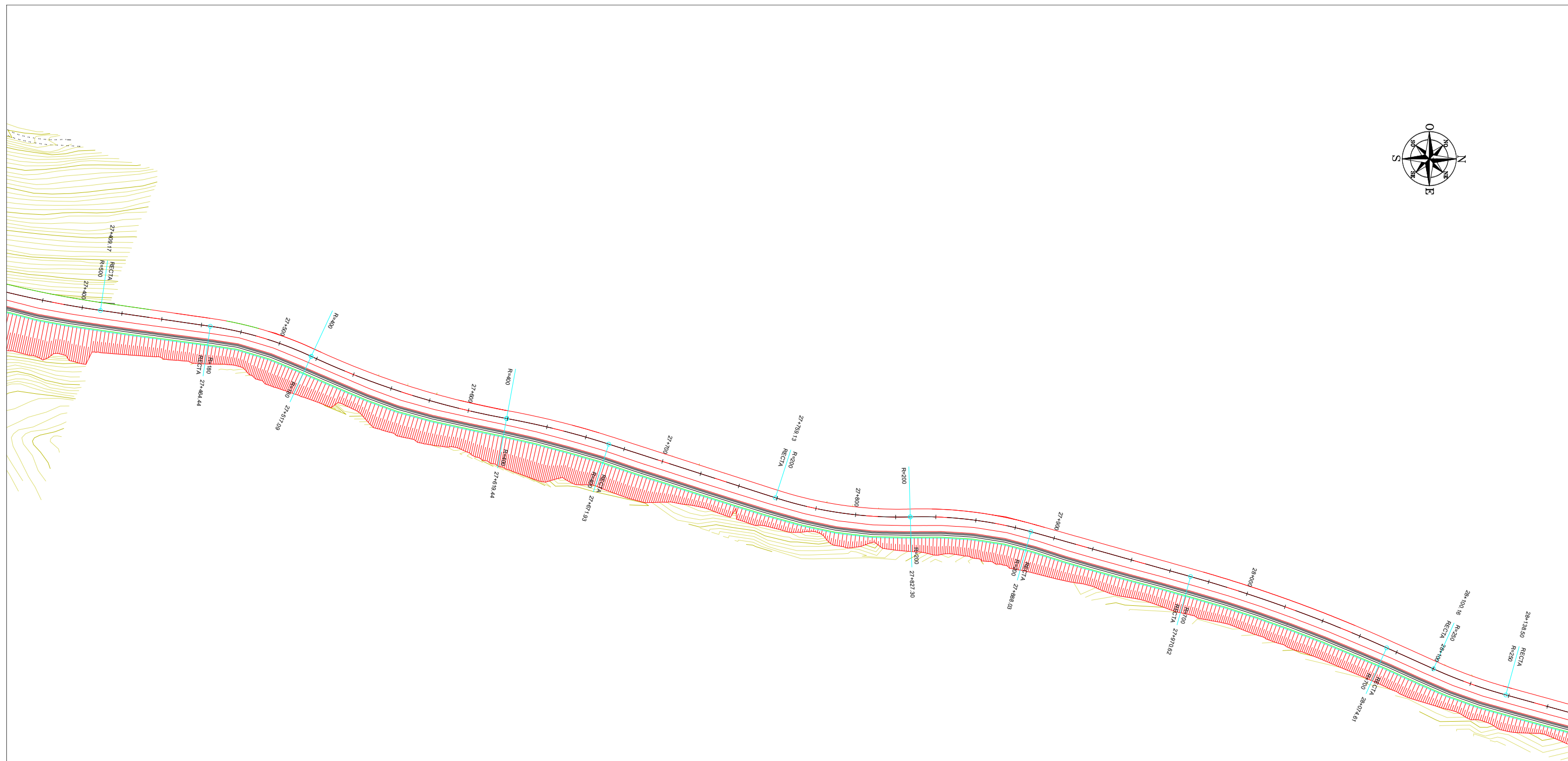
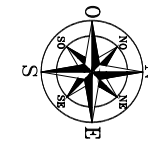


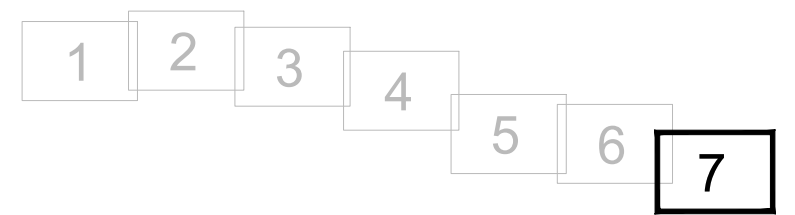
Obra Fabrica N°6
Tubo Ø1 m
Longitud: 18 m
EXISTENTE

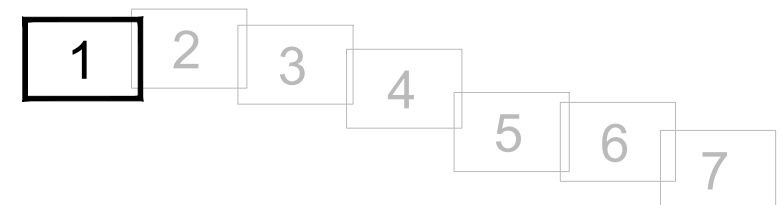
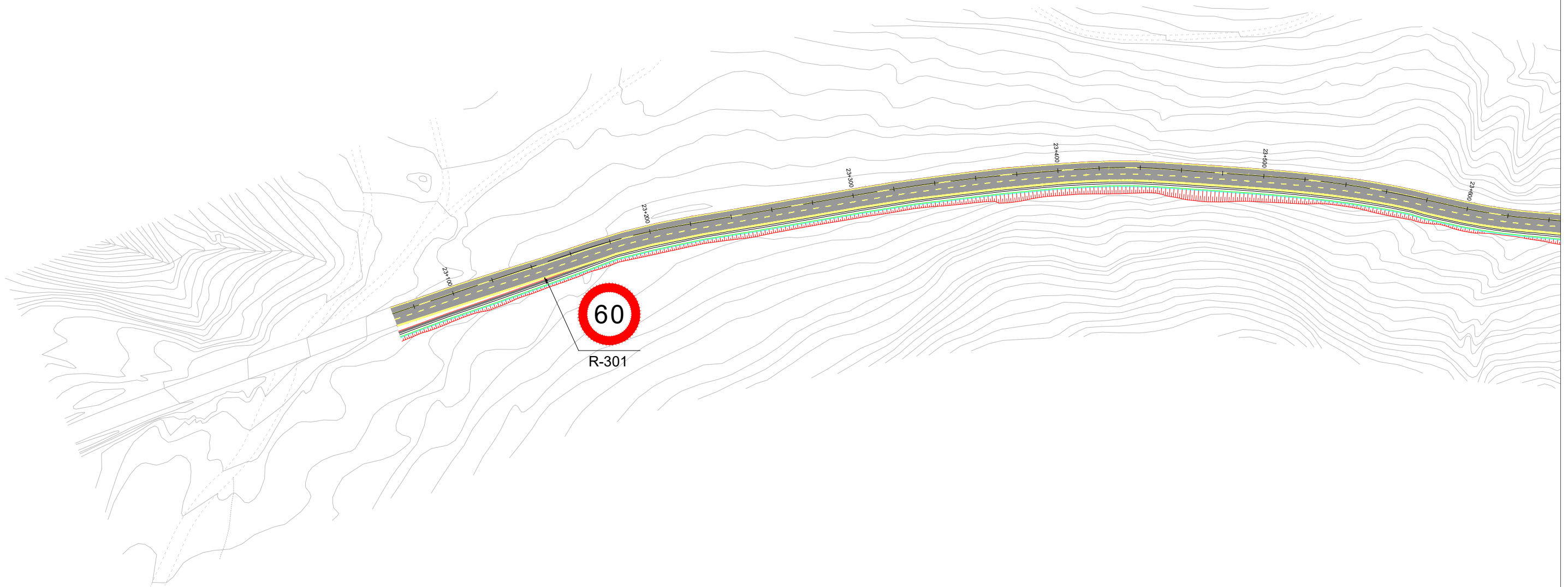
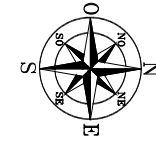
Obra Fabrica N°7
Tubo Ø1.5 m
Longitud: 40 m
A CONSTRUIR

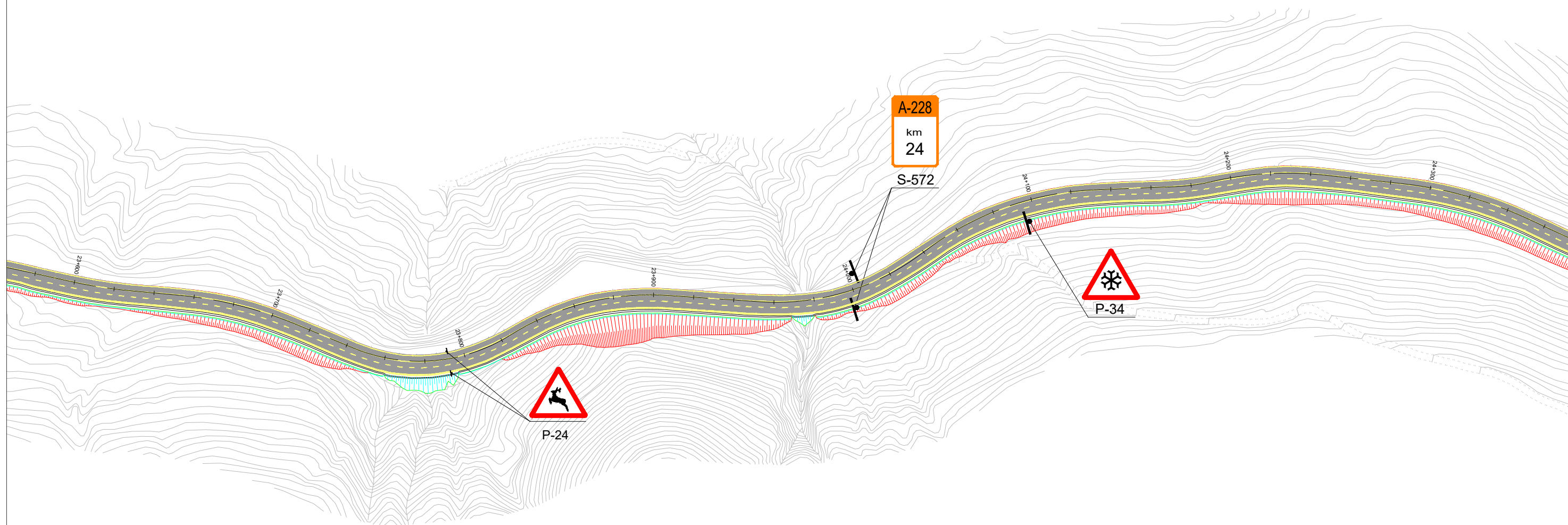
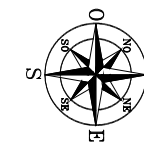
TUBO de 1.5 m
O.F. 7
ESV:-100.35c L:46.156
PK:26+724.017 P= -14.23%
L:46.156 AZ= 239.29



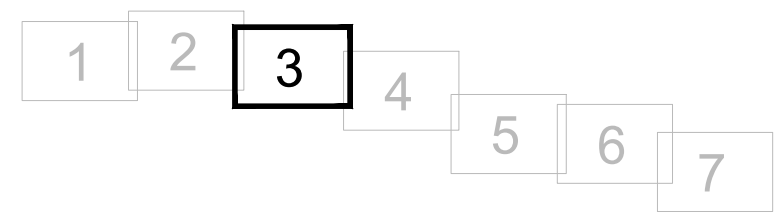
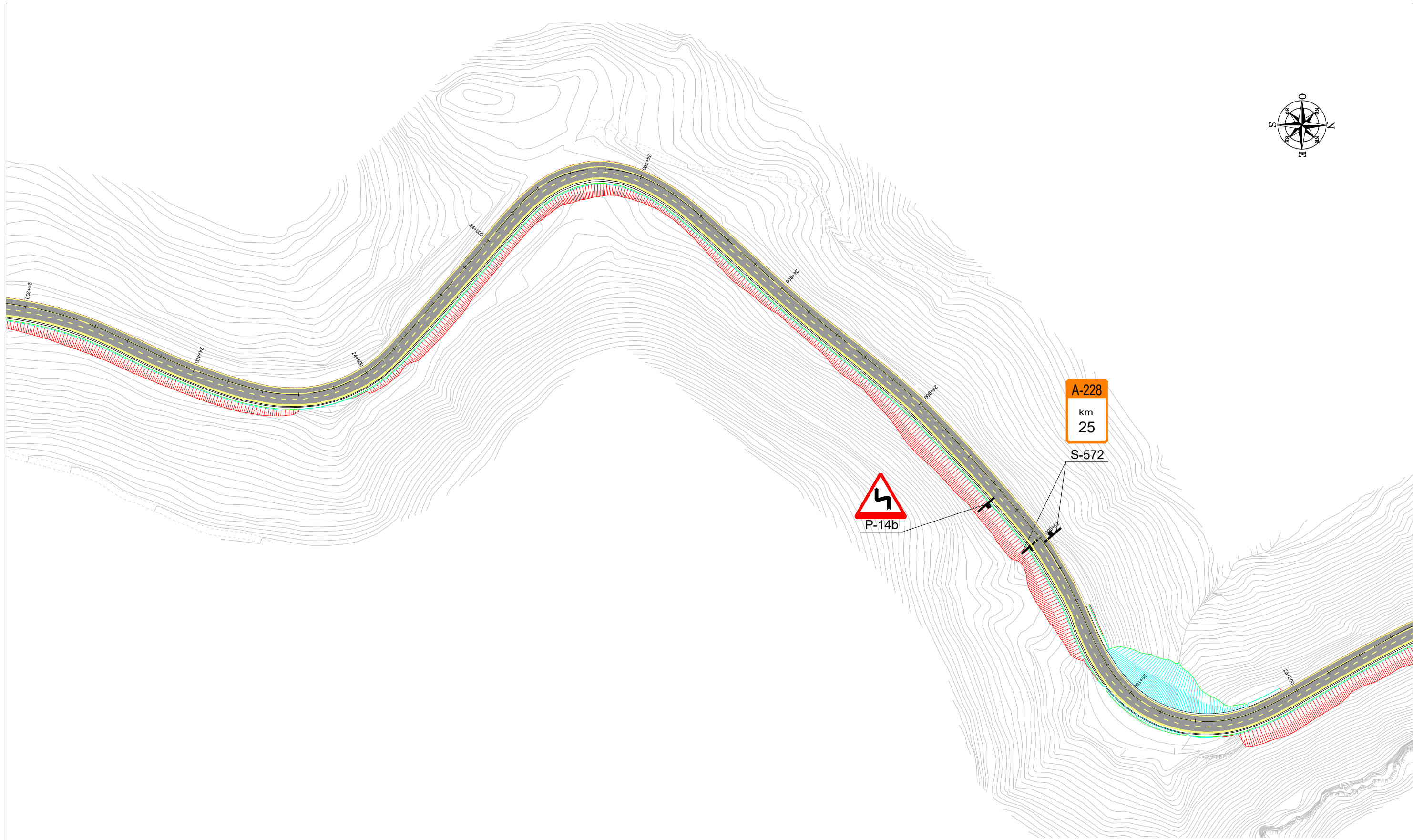
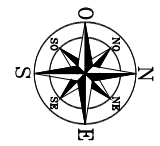


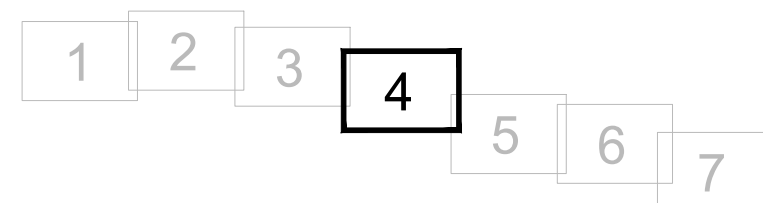
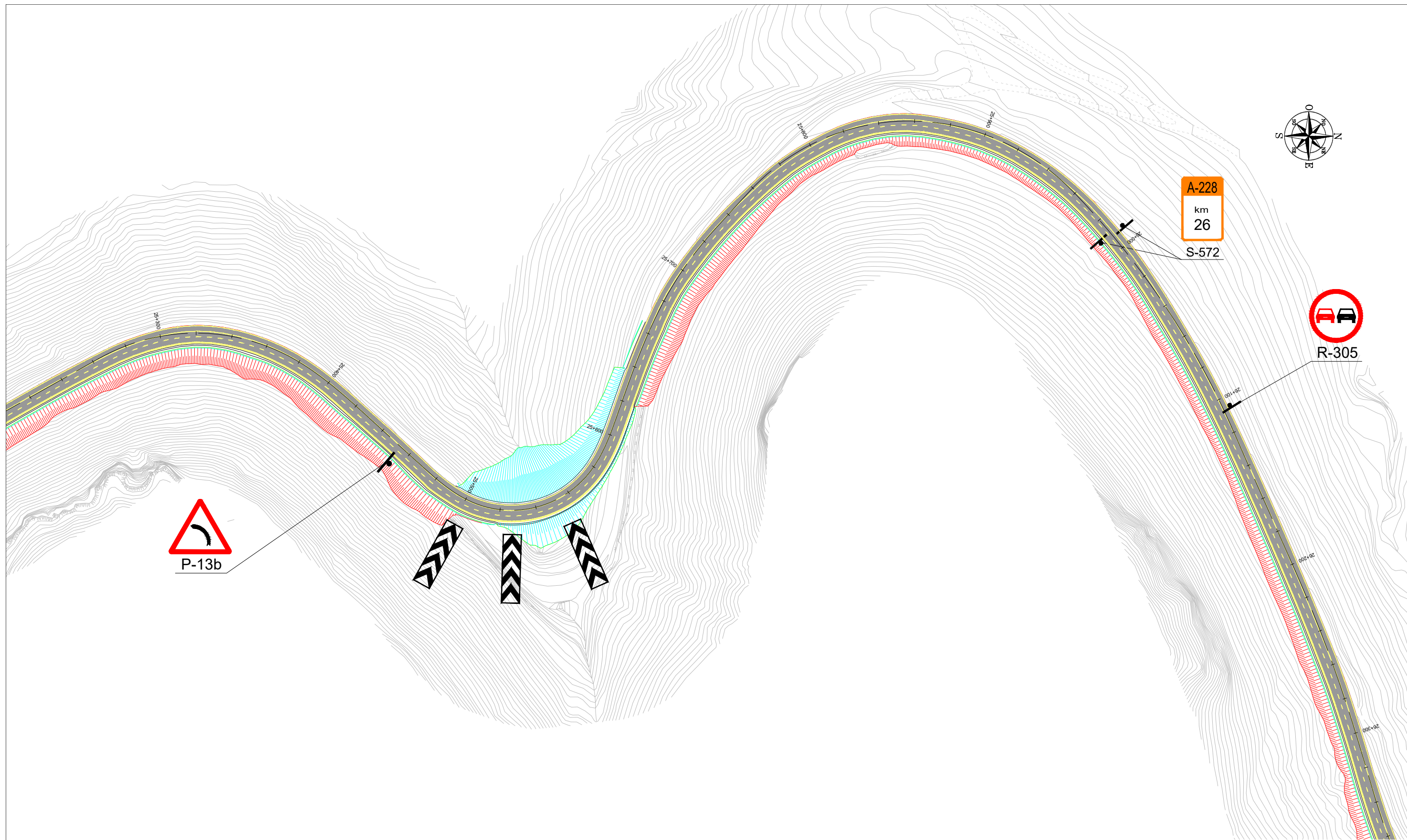


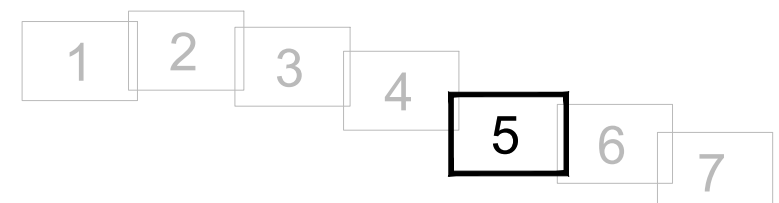
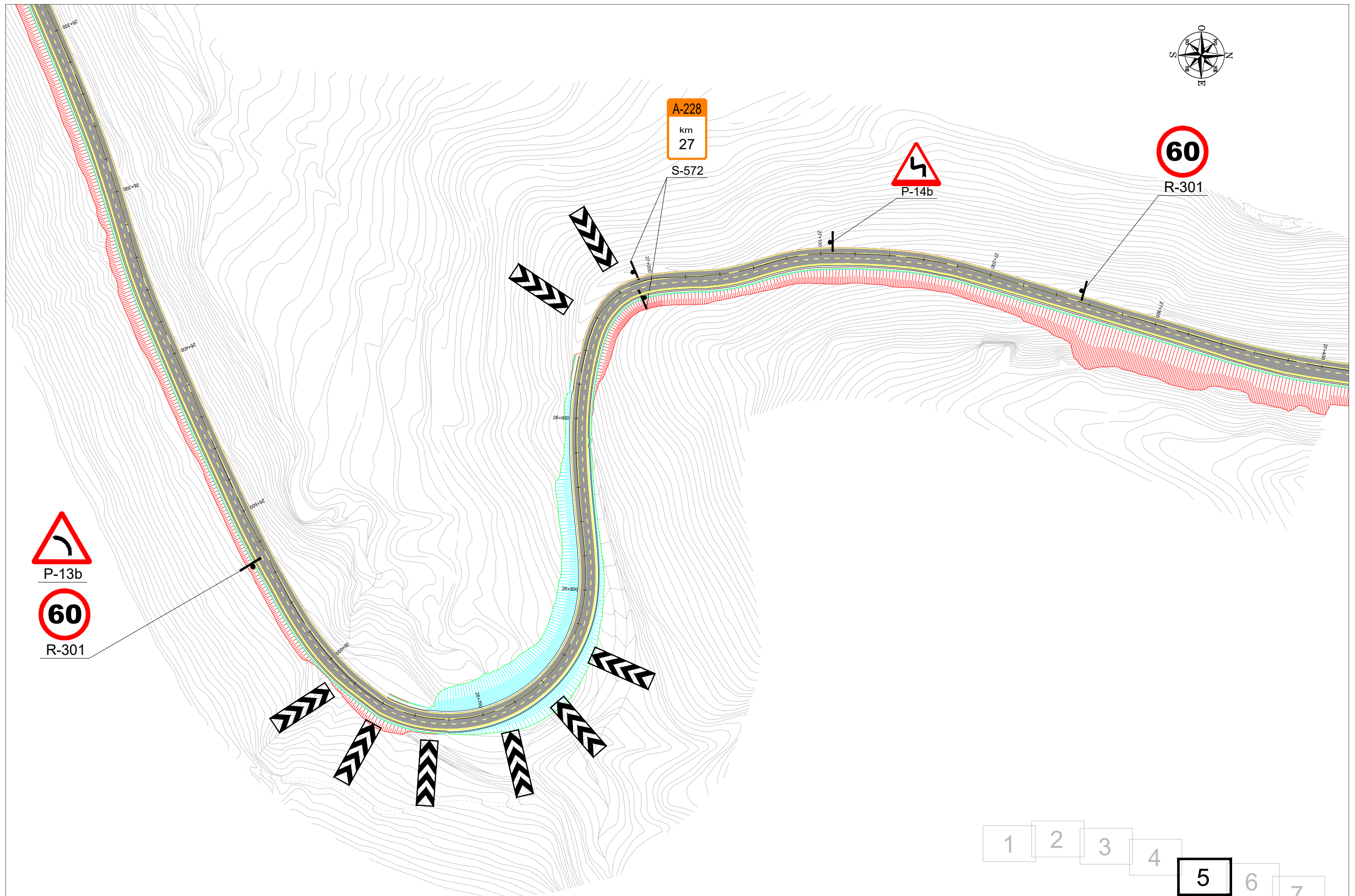
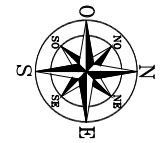


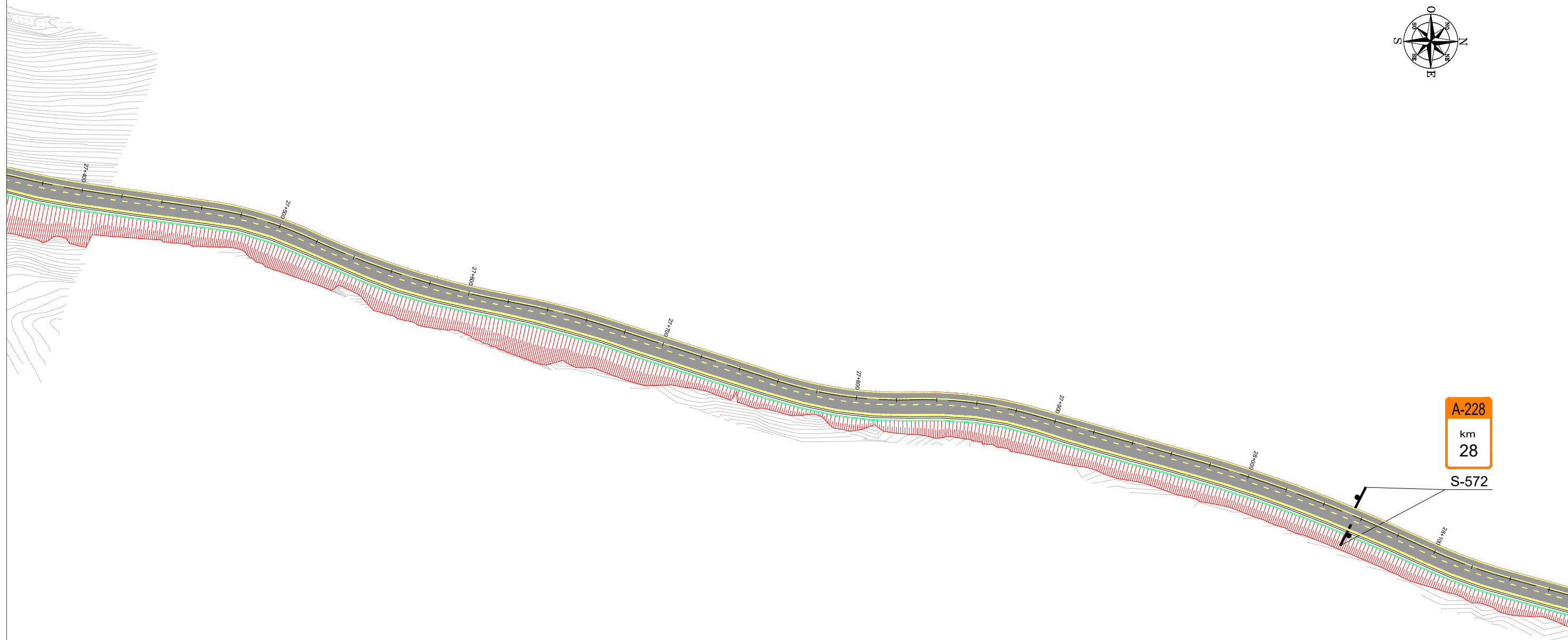
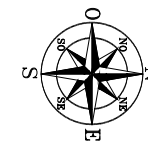


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7









A-228
km
28

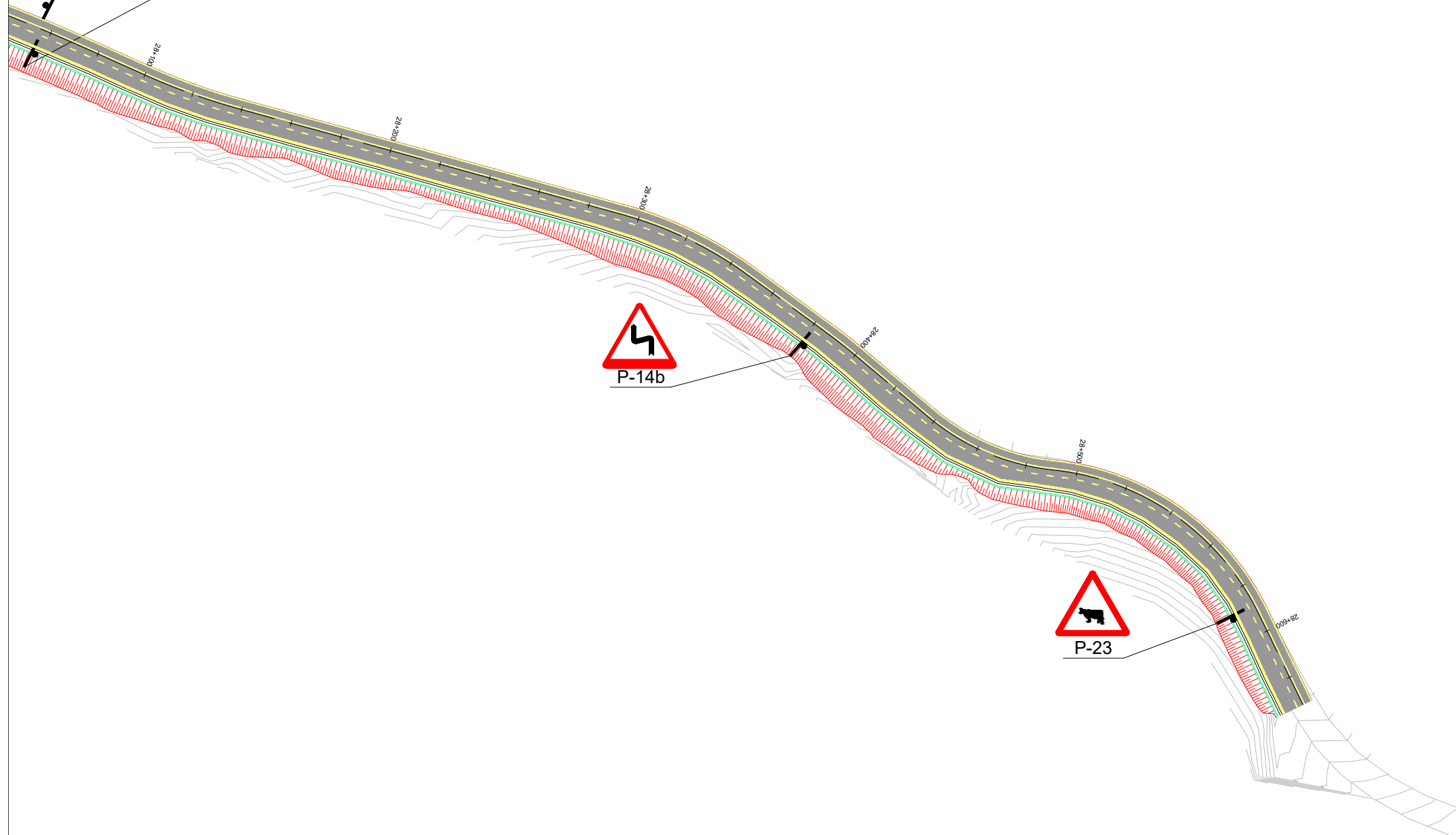
S-572

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



A-228
km
28

S-572



P-14b



P-23

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

