



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA
MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

Presentado por:

Rabal Correas, Ana

Curso: 2020/2021

Fecha: julio de 2021

Tutor: Camacho Torreglosa, Francisco Javier

Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas, (Provincia de Murcia)



RELACIÓN DE DOCUMENTOS:

Documento Nº3: Valoración económica

Documento Nº1: Memoria y anejos

Anejo Nº1: Antecedentes y estado actual

Anejo Nº2: Geología y geotécnica Anejo

Nº3: Climatología e hidrología Anejo

Nº4: Estudio de alternativas Anejo

Nº5: Diseño geométrico Anejo

Nº6: Firmes y pavimentos Anejo

Nº7: Estudio de drenaje Anejo

Nº8: Plan de obra Anejo

Nº9: Estudio de impacto ambiental

Documento Nº2: Planos

Plano Nº1: Situación y emplazamiento

Plano Nº2: Planta con distribución de minutas

Plano Nº3: Planta general

Plano Nº4: Planta y perfil

Plano Nº5: Secciones tipo

Plano Nº6: Red de drenaje



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas, (Provincia de Murcia)

DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas (Provincia de Murcia)
)

MEMORIA



1. ANTECEDENTES	3
2. OBJETO	4
3. LOCALIZACIÓN	4
4. SITUACIÓN ACTUAL.....	5
5. CONDICIONANTES.....	6
6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	7
7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	7
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	8
8.1. ALTERNATIVAS.....	8
8.2. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	10
9. SOLUCIÓN ADOPTADA	12
9.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	12
9.2. DISEÑO GEOMÉTRICO	12
9.2.1. TRAZADO EN PLANTA.....	12
9.2.2. TRAZADO EN ALZADO	14
9.2.3. SECCIÓN TRANSVERSAL	15
9.3. NUDOS	16
9.4. SEGURIDAD VIAL.....	16
9.5. DISEÑO DEL FIRME.....	17
9.6. DRENAJE.....	17
9.6.1. DRENAJE TRANSVERSAL	17
9.6.2. DRENAJE LONGITUDINAL	17
10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	18
11. PLAN DE OBRA	18
12. VALORACIÓN ECONÓMICA	18
13. CONCLUSIONES.....	18

1. ANTECEDENTES

La Marina de Cope está formada por más de 16 kilómetros de costa y su extensión abarca desde Cabo Cope (Águilas) hasta Calnegre (Lorca). Es una de las pocas áreas no urbanizadas de la costa Mediterránea española y a pesar de tratarse de una zona árida, este tramo de costa cuenta con grandes valores ecológicos, paisajístico y geomorfológicos.

La Marina de Cope forma parte del Parque Regional Cabo Cope y Puntas de Calnegre, declarado parque regional por la legislación de la Comunidad Autónoma de Murcia (Ley de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia de 1992).



Figura 1: Imagen de la Marina de Cope y Cabo Cope desde Calnegre. Fuente: ABC Murcia.

La Marina de Cope está formada por numerosas playas y calas de interés turístico, ya que son playas completamente vírgenes sin apenas incidencia humana. Es tal el nivel de espacio natural que posee el ámbito que, el acceso a la mayoría de estas playas debe hacerse a través de caminos de tierra y sendas con secciones irregulares y deficientes. Por este motivo, sería de interés una propuesta de viario que sí diera accesibilidad a todo el litoral de la zona de forma segura y cómoda para los usuarios, incrementando el interés turístico de la zona y potenciando el turismo en épocas no estivales.



Figura 2: Tramo de la carretera principal que facilita el acceso a la zona. Fuente: Visita a la zona realizada en abril de 2021.

Todos los problemas existentes en el municipio de Águilas se desarrollan en la Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado del municipio Águilas Sostenible. El objetivo de dicho documento es definir los problemas existentes y los objetivos a seguir para lograr un municipio sostenible.

Águilas cuenta con diferentes Planes y diagnósticos estratégicos con el fin de perseguir estos objetivos. Uno de ellos es el “*Territorio Campoder: Creciendo Juntos. Estrategia de Desarrollo Local Participativo 2014-2020*”, que engloba los territorios de Barranco, Campo, Cocón, **Cope** y Tébar, que se ha desarrollado su EDLP, financiada con fondos FEADER, que persigue los siguientes objetivos estratégicos:

- Aumentar las opciones de empleo en el territorio.
- Mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.
- Conservar y proteger el territorio y promover el uso sostenible de los recursos.
- Poner en valor el patrimonio rural, impulsando su aprovechamiento turístico.
- Mejorar los servicios y las infraestructuras básicas de las pedanías.
- Impulsar la dinamización social y la cooperación entre los agentes del territorio.



Por otro lado, uno de los retos clave en el desarrollo sostenible del municipio de Águilas es la mejora de la movilidad urbana mediante el cambio a modos de transporte más blandos, el peatonal y el uso de la bicicleta.

Por todo ello, recientemente se ejecutado el carril bici de la carretera RM-D15. Dicha carretera conecta Águilas con Calabardina y continúa su trama recorriendo los 2 primeros kilómetros del litoral de cope hasta conectar de nuevo con la carretera RM-D14. El carril bici proyectado llega únicamente hasta la pedanía de Calabardina

Dicho esto, se propone el diseño de una carretera cuyo objetivo principal es proporcionar accesibilidad al litoral de la Marina de Cope, teniendo en cuenta los objetivos estratégicos propuestos en el Plan “Territorio Campoder: Creciendo Juntos. Estrategia de Desarrollo Local Participativo 2014-2020”, conservando y protegiendo el territorio y proponiendo un uso sostenible de los recursos, poniendo en valor el patrimonio rural, fomentando un turismo sostenible y mejorando la infraestructura viaria existente en la zona.

Asimismo, dicha propuesta contará con un carril bici, dando continuidad al carril bici de Águilas-Calabardina de la RM-D15 hasta el final de la Marina de Cope y cumpliendo uno de los retos propuestos en la Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado de Águilas.

2. OBJETO

El objeto de este Trabajo Final de Máster es la redacción de un estudio de alternativas de una carretera que mejore la accesibilidad al litoral de la Marina de Cope. Este estudio viene motivado por la necesidad de mejora de la infraestructura viaria existente en la Marina de Cope, lo que dificulta el acceso a las playas y calas del litoral y por la necesidad del impulso del turismo en la zona.

Se plantearán un total de 3 nuevas propuestas de trazado en planta y se valorarán junto con la no actuación mediante el método multiatributo Analytic Hierarchy Process (AHP), el cual se explicará con detalle más adelante. Para el diseño de las alternativas, se establecen unos objetivos claves :

- Mejorar la accesibilidad de litoral de la Marina de Cope. Esta llanura costera está formada por más de 20 playas y calas naturales de gran interés para los turistas, pero de difícil acceso puesto que a muchas de ellas solo se puede llegar a través de sendas y caminos de tierra cuyo estado es deficiente
- Diseñar una carretera principal que conecte toda la Marina y de la cual bifurquen varias sendas que faciliten el acceso a las playas principales de la llanura costera.
- Respetar las protecciones paisajísticas marcadas por el PGOU de Águilas y Lorca.
- Buscar una solución donde se utilice en la mayor forma posible el viario ya existente en la zona, aprovechando la sección y mejorándola.
- Que la actuación en el ámbito genere un impacto mínimo en la zona, debido a su diversidad de hábitats terrestres, flora y fauna de alto interés que debe preservarse.
- Búsqueda de la alternativa óptima desde un enfoque sostenible para proteger los valores naturales y culturales de la zona, utilizando como referencias marco los códigos de buenas prácticas y gobernanzas marcadas por la Unión Europea.

3. LOCALIZACIÓN

El emplazamiento de la carretera propuesta se sitúa en la Marina de Cope, llanura costera enclavada entre los municipios de Águilas y Lorca. Dichos municipios se sitúan al sureste de la península, en la parte suroccidental de la Región de Murcia (Figura 1).



Figura 3: Ubicación de la Marina de Cope en la Península. (Fuente: Goolzoom).



Figura 4: Emplazamiento de la Marina de Cope dentro de los municipios de Águilas y Lorca (Fuente: Goolzoom).

4. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente no existe ningún vial que facilite la conexión a las playas más importantes del litoral. Algunas de ellas quedan conectadas directamente por la carretera RM-D15; pero otras, sin embargo, se hace prácticamente imposible poder acceder a estas.



Figura 5: Red viaria existente en la Marina de Cope. (Fuente: Elaboración propia).

La carretera RM D-15, desde su fin en Calabardina hasta su final (ver Figura 5) se observa en un estado de conservación muy desfavorable. Es por ello, que todas las nuevas alternativas planteadas incluyen la modificación de parte de la RM-D15, ampliando su sección y modificando el diseño en planta de la misma, haciendo que cumpla con la normativa actualmente vigente. Tras una visita realizada a la zona, se observan las siguientes incidencias en la RM-D15:

- Sección estrecha y ausencia de arcén.
- Deterioros del firme en gran parte de la carretera tales como baches y desintegración del mismo.
- Falta de visibilidad en algunas zonas debido a la abundancia de vegetación en los márgenes de la carretera.

- Imposibilidad de transitar por algunos puntos debido a la acumulación de sedimentos tal y como se observa en la *Figura 4* de este anejo.

5. CONDICIONANTES

Tal y como se desarrolla en el *Anejo Nº1 Antecedentes y Estado Actual* del presente TFM, se han definido una serie de condicionantes y objetivos a cumplir en el diseño de las alternativas propuestas.

Principalmente, la más restrictiva es salvaguardar las protecciones paisajísticas impuestas en el PGOU de Águilas y Lorca. Para ello, se han delimitado las protecciones en el programa Civil 3D para diferenciarlo del resto del terreno.



Figura 6: Protecciones paisajísticas. (Fuente: Elaboración propia en Civil 3D)

Las playas principales a las que se dará acceso se citan a continuación de Sur a Norte:

1. Playa de la Ensanada de la Fuente.
2. Playa del Sombrerico.
3. Playa del Hoyo.
4. Playa del Charco.

5. Playa del Rafal.
6. Playa de la Rambla de Elena.
7. Playa del Pocico del Animal
8. Cala del Pozo de las Huertas
9. Cala de los Abejorros.
10. Playa de la Galera.
11. Playa Larga.
12. Cala Blanca.
13. Playa de los Hierros.

Dada la existencia de protecciones paisajísticas y el alto valor ecológico y geomorfológico de la zona, se crearán caminos de tierra que bifurquen desde la carretera principal hasta llegar a la costa con el principal objetivo de preservar el estado natural del litoral y que todos los usuarios puedan acceder a las playas citadas de manera segura.

A continuación, se muestra una imagen donde se sitúan las playas y calas principales del litoral de la Marina de Cope. Las 5 más frecuentadas se marcan en color amarillo.



Figura 7: Playas y calas principales del litoral de la Marina de Cope. (Fuente: Elaboración propia)

6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se estudian las características geológicas y geotécnicas del terreno para definir los taludes de desmonte y terraplén que aseguren la estabilidad y seguridad de las obras proyectadas.

Para ello, se consulta el mapa geológico del IGME se comprueba que la carretera discurre por dos tipos de materiales diferenciados, extrayéndose las siguientes conclusiones:

- Los desmontes más significativos se dan en el material del terciario y los terraplenes más significativos en el material del cuaternario.
- El talud de desmonte soportado puede ser perfectamente uno vertical y el de terraplén sería aproximadamente un 2H/1,5V.
- Se comprueba satisfactoriamente que las cargas que va a transmitir el terraplén pueden ser soportadas por el terreno.
- No se producirán asentamientos significativos en el terreno.

No ha sido posible disponer de datos de campo ni ensayos de laboratorio del terreno. No obstante, se han estimado valores razonables a partir de bibliografías consultadas obteniendo los resultados que se desean, pese a que lo ideal sería disponer de un estudio geotécnico del suelo de la zona.

En el *Anejo Nº2 Geología y geotecnia* se recogen todos los cálculos y conclusiones que finalmente hacen que se adopten los taludes mencionados.

7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Es fundamental la definición de la hidrología de la zona de emplazamiento para determinar el caudal que afecta a la obra lineal en estudio.

Además, las características de climatología afectan al programa de trabajos. Para el estudio de la hidrología, en primer lugar, se definen las cuencas y los puntos de cruce con la traza de la carretera. Por otro lado, se calcula el caudal de proyecto. Con todo ello se sientan las bases para el cálculo posterior de las obras de drenaje necesarias.

El clima de la zona se caracteriza por la elevada aridez que provoca la escasez de precipitaciones.

La delimitación de las cuencas ha sido realizada con AutoCAD Civil 3D, trabajando con el modelo digital del terreno mediante la interpretación de las curvas de nivel y el uso de la herramienta “gota de agua”. De esta forma, se han determinado las 5 cuencas de captación, así como los cruces de dichas cuencas con la carretera diseñada (Figura 8). Además, se extraen las características físicas de las diferentes cuencas:



Figura 8. Delimitación de cuencas principales. (Fuente: Elaboración propia).

La precipitación máxima diaria se calcula para un periodo de retorno de 25 años y de 100 años. Para el cálculo, se hace uso del documento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” publicado en 1999 por el Ministerio de Fomento.

$$P_{25} = K_{25} \cdot P = 2,068 \cdot 50 = 103,4 \text{ mm/día}$$

$$P_{100} = K_{100} \cdot P = 2,815 \cdot 50 = 140,75 \text{ mm/día}$$

El cálculo del caudal de avenida se realiza aplicando el método racional, tal y como se indica en la instrucción 5.2. IC de “Drenaje Superficial”. El caudal máximo anual (Q_T) correspondiente al periodo de retorno T se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I(T, t_c) \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q= Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (l/s).

C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

I= Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca (l/s.Ha).

A= Área de la cuenca o superficie considerada (Ha).

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

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 1. Cálculo caudal de avenida para T=25 años. (Fuente: Elaboración propia).

Caudal de avenida (Qt) T=25					
Cuenca	I(T,tc)	C	Área (km2)	kt	Qt (m3/s)
1	65.06	0.3167	0.3030	1.04	1.795
2	57.71	0.3167	0.5961	1.05	3.163
3	53.38	0.3144	1.2776	1.05	6.266
4	57.07	0.3167	0.9255	1.05	4.862
5	68.97	0.3167	0.4436	1.03	2.775
6	78.63	0.3167	0.3640	1.02	2.577

Tabla 2. Cálculo caudal de avenida para T=100 años. (Fuente: Elaboración propia).

Caudal de avenida (Qt) T=100					
Cuenca	I(T,tc)	C	Área (km2)	kt	Qt (m3/s)
1	88.57	0.4222	0.3030	1.04	3.258
2	78.55	0.4222	0.5961	1.05	5.739
3	72.66	0.4198	1.2776	1.05	11.389
4	77.69	0.4222	0.9255	1.05	8.823
5	93.88	0.4222	0.4436	1.03	5.036
6	107.03	0.4222	0.3640	1.02	4.677

En el *Anejo N°3 Climatología e hidrología* se desarrollan con mayor nivel de detalle todos los cálculos llevados a cabo para la obtención del caudal de avenida.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Se han propuesto y analizado tres alternativas de diseño de trazado en planta para la construcción de la carretera que facilite el acceso al litoral de la Marina de Cope.

A continuación, se describirán las tres alternativas de trazado propuestas y cómo se ha llevado a cabo la valoración de las mismas, hasta obtener la más idónea.

8.1. ALTERNATIVAS

Las 3 alternativas propuestas son:

- **Alternativa 1:** En esta alternativa se propone un diseño donde se reutiliza en la mayor medida de lo posible el trazado existente en la zona. Inicialmente la traza discurre por la RM-D15, hasta que deja de bordear al máximo la zona y comienza un nuevo diseño del trazado en la parte interior, donde nos aproximamos hasta 1,5 km más a la costa que si optásemos por el camino actualmente existente, pero respetando las protecciones paisajísticas. En la siguiente figura se muestra la propuesta de trazado de la alternativa 1 y las conexiones de esta con las principales playas del litoral, así como los puntos de estacionamiento para vehículos que se habilitarían.



Figura 9: Alternativa 1. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3: Accesos a playas en alternativa 1 (Fuente: Elaboración propia)

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 1	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas
*	Acceso a partir del Acceso Nº2 a las playas a partir de rutas bordeando la costa: - Cala de los Abejorros - Playa de la Galera - Playa Larga - Cala Blanca - Playa de los Hierros.

- **Alternativa 2:** La segunda alternativa se desarrolla de tal forma que la traza de la carretera se interna aproximar en la mayor medida posible al litoral costero en la parte intermedia de la misma, con el objetivo de aumentar su funcionalidad y que los tiempos de recorrido a cada playa sean los mínimos posibles. Se propone un nuevo trazado hasta que interseca con el segundo camino asfaltado que se cita en la alternativa 0, aprovechando la traza existente hasta su fin dado en la intersección con la RM-D20. En la siguiente figura se muestra la propuesta de trazado de la alternativa 2 y las conexiones de esta con las principales playas del litoral, así como los puntos de estacionamiento para vehículos que se habilitarían.



Figura 10: Alternativa 2. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 4: Accesos a playas en alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia).

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 2	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas - Cala de los Abejorros
3	- Playa de la Galera - Playa Larga
4	Acceso directo desde la carretera principal - Cala Blanca - Playa de los Hierros

- **Alternativa 3:** La alternativa tercera es, en su tramo intermedio, similar a la primera. La salvedad que presenta esta alternativa frente a la primera y segunda es que en este caso apenas se aprovecha secciones existentes en su tramo final, lo que supone una mayor cantidad de volumen de desmonte y terraplén. En este caso se propone continuar la traza de forma paralela al segundo camino asfaltado, cuya traza si se reutiliza en la alternativa 2. De esta forma se pretende mejorar el tiempo de recorrido que se tarda en

acceder a la Playa de los Hierros. Al igual que en el resto de alternativas, el fin de esta se da en su intersección con la carretera RM-D20. En este caso se disponen un total de 4 accesos con sus correspondientes estacionamientos de vehículos. Los accesos a las playas se describen en la tabla adjunta.



Figura 11: Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 5: Accesos a playas en alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 3	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas - Cala de los Abejorros
3	- Playa de la Galera - Playa Larga
4	- Cala Blanca - Playa de los Hierros

8.2. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la elección de la mejor alternativa, se escoge el método multiatributo Analytic Hierarchy Process (AHP). Este método consiste en establecer una estructura jerárquica, donde se comparan los criterios y las alternativas en función de cada criterio entre pares. Para ello, se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala fundamental.

Para la evaluación de las cuatro alternativas se tendrán en cuenta los 4 criterios principales considerados de vital importancia en este caso. Los criterios son:

1. **Criterio económico:** Se estima el gasto económico que genera la ejecución de la obra atendiendo a las mediciones que se consideren más relevantes en ellas, como son los movimientos de tierras.
2. **Criterio funcional:** Se entiende por funcionalidad en este caso a minimizar en la mayor medida posible los tiempos de recorrido, siendo que la actuación ofrezca el mejor servicio a los usuarios.
3. **Criterio de Seguridad vial:** Mediante un modelo de consistencia se estimarán el número esperado de accidentes víctimas en 10 años en cada alternativa partiendo del parámetro de consistencia C y la exposición al riesgo (volumen de tráfico y longitud del tramo de carretera)
4. **Criterio ambiental (Impacto ambiental):** Se valorará positivamente que las alternativas propuestas sean respetuosas con el medio ambiente.

De este modo, la estructura jerárquica en este caso quedaría de la siguiente forma:

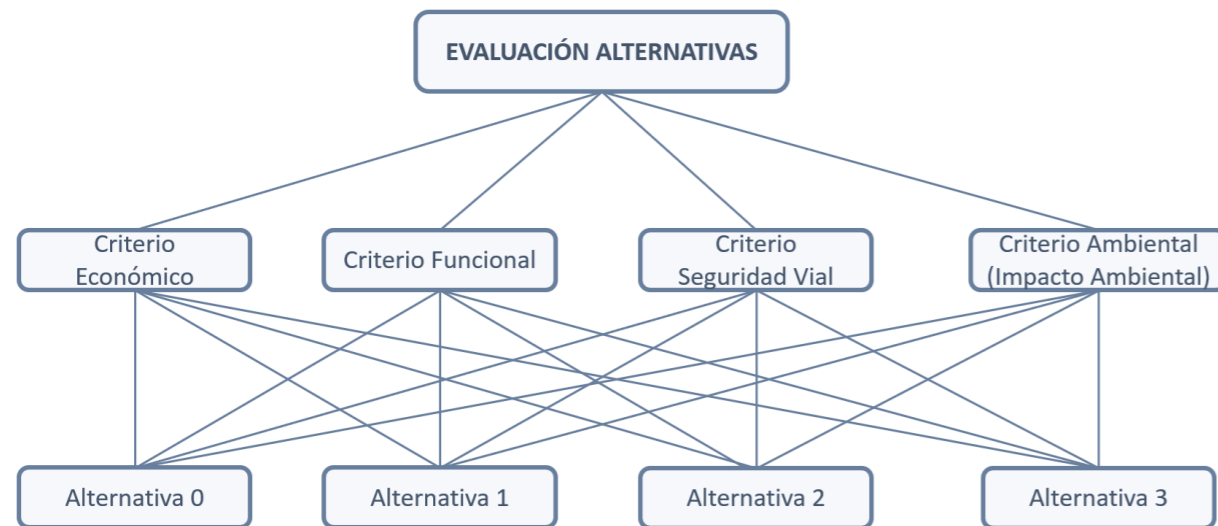


Figura 12: Estructura jerárquica. (Fuente: Elaboración propia)

Para llevar a cabo la comparación entre pares de los 4 criterios propuestos de forma objetiva, se ha realizado una pequeña encuesta para que expertos en la materia puedan evaluar los criterios. Se han recopilado un total de 22 respuestas. A continuación, se adjunta la encuesta a expertos realizada:

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL										CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL										CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL										CRITERIO AMBIENTAL

Figura 13: Encuesta a expertos. (Fuente: Elaboración propia)

De cada encuesta se extrae la matriz de comparación de la cual se calcula el vector propio obteniendo la puntuación de cada criterio para el encuestado. A modo de ejemplo se adjunta la matriz de comparación resultado del encuestado N°22:

Tabla 6: Matriz de comparación obtenida del resultado del encuestado N°22. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO	CRITERIO FUNCIONAL	SEGURIDAD VIAL	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO ECONÓMICO	1/1	1/3	1/5	3
CRITERIO FUNCIONAL	3	1/1	1	3
CRITERIO SEGURIDAD VIAL	5	1	1/1	3
CRITERIO AMBIENTAL	1/3	3	3	1/1

De las 22 matrices resultantes de las encuestas, solo 8 de ellas cumple el criterio de consistencia; por lo tanto, el resto quedan desechadas del cálculo.

En el segundo orden jerárquico, se comparan las 4 alternativas a pares en función de cada uno de los criterios, obteniendo 4 matrices de comparación de alternativas. La valoración de cada alternativa con respecto a cada uno de los criterios se desarrolla en el *Anejo N°4 Estudio de Alternativas*.

Los vectores propios de las alternativas por cada criterio forman una matriz 4x4 denominada Matriz de Vectores Propios de Alternativas por Criterio. Multiplicando dicha matriz por el vector correspondiente a la ponderación de los criterios se obtiene un vector columna final que indica el peso de cada alternativa y que permite elegir cual es la mejor de todas.

Tabla 7: Ponderación de las alternativas. (Fuente: Elaboración propia)

PONDERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	
ALTERNATIVA 0	0.1539
ALTERNATIVA 1	0.2959
ALTERNATIVA 2	0.3447
ALTERNATIVA 3	0.2056

Finalmente, se obtiene que la Alternativa 2 es la mejor alternativa en función de los 4 criterios y de la importancia de estos criterios, con una ponderación del 34,47%, seguida de la Alternativa 1 con un 29,59%. La no actuación es la peor opción en este caso, con un 15,39%.

9. SOLUCIÓN ADOPTADA

9.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las características principales de la solución adoptada son:

- Clase de vía: Carretera convencional.
- Denominación: C-40.
- Tipo de actuación: Proyecto de nuevo trazado.
- Velocidad de proyecto: 40 km/h

9.2. DISEÑO GEOMÉTRICO

Para la realización del diseño geométrico del trazado en planta y alzado se ha hecho uso de la norma 3.1. I.C de trazado.

Para llevar a cabo el modelo se ha usado el software de diseño conceptual de infraestructuras Civil 3D. Además, se ha hecho uso de otros softwares de diseño conceptual e infraestructuras como Infracore y Autodesk Navisworks Manage.

En el Anejo N^º5 *Diseño geométrico* se desarrolla con mayor nivel de detalle todo lo referido al diseño de la solución adoptada.

9.2.1. TRAZADO EN PLANTA

Para trazar la planta de la carretera, se genera la cartografía de la zona y una ortofoto. El trazado se lleva a cabo en el programa Civil 3D. La carretera se compone de la combinación de los siguientes elementos: alineación recta, alineación circular y curvas de transición, formando estas dos últimas la alineación curva.

Las alineaciones rectas deben respetar una longitud mínima de 55,6 m en curvas en S y de 111,2 m en curvas en C. La longitud máxima de recta para la velocidad de proyecto de 40 km/h es de 668 m.

Las alineaciones curvas se constituyen de una curva circular de radio mínimo 50 m (Tabla 8). Las curvas de transición son clotoides simétricas entre las rectas anterior y posterior y la curva circular.

Los parámetros y longitudes mínimas se muestran a continuación. presentan los resultados para la curva circular de radio mínimo 50. (Tabla 8 y 9):

Tabla 8: Condiciones de curva. (Fuente: Elaboración propia)

Condiciones de curva:	
Radio:	120 m
Ve:	58.3484092 km/h
Peralte:	7 %
J:	0.5 m/s ³
Ω:	20 gon
B:	3.5 m
vp:	40 km/h

Tabla 9: Resultado de las limitaciones por parámetros para R=120 m. (Fuente: Elaboración propia)

	Longitudes	Parámetros	
I	48.727	76.467	m
II	34.641	64.474	m
III.1	13.333	40.000	m
III.2	37.947	67.481	m
III.3	15.080	42.539	m
Mínimo:	48.727	76.467	m
Máximo:	73.090	93.652	m

A continuación, se presenta el estado de alineaciones en planta de la solución adoptada



• TRAMO 1

Tabla 10: Estado de alineaciones en planta tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+046.75m	46.748m		
2	Clotoide	0+046.75m	0+099.38m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+099.38m	0+102.67m	3.286m	190.000m	
4	Clotoide	0+102.67m	0+155.30m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+155.30m	0+589.75m	434.455m		
6	Clotoide	0+589.75m	0+647.37m	57.619m		110.000m
7	Curva circular	0+647.37m	0+658.99m	11.617m	210.000m	
8	Clotoide	0+658.99m	0+716.61m	57.619m		110.000m
9	Recta	0+716.61m	0+900.63m	184.026m		
10	Clotoide	0+900.63m	0+954.63m	54.000m		90.000m
11	Curva circular	0+954.63m	1+170.24m	215.607m	150.000m	
12	Clotoide	1+170.24m	1+224.24m	54.000m		90.000m
13	Recta	1+224.24m	1+514.19m	289.952m		
14	Clotoide	1+514.19m	1+568.19m	54.000m		90.000m
15	Curva circular	1+568.19m	1+581.35m	13.158m	150.000m	
16	Clotoide	1+581.35m	1+635.35m	54.000m		90.000m
17	Recta	1+635.35m	1+889.53m	254.179m		
18	Clotoide	1+889.53m	1+940.67m	51.136m		75.000m
19	Curva circular	1+940.67m	1+974.77m	34.102m	110.000m	
20	Clotoide	1+974.77m	2+025.90m	51.136m		75.000m
21	Recta	2+025.90m	2+096.64m	70.731m		
22	Clotoide	2+096.64m	2+141.64m	45.000m		60.000m
23	Curva circular	2+141.64m	2+156.03m	14.391m	80.000m	
24	Clotoide	2+156.03m	2+201.03m	45.000m		60.000m
25	Recta	2+201.03m	2+287.02m	85.998m		
26	Clotoide	2+287.02m	2+333.97m	46.944m		65.000m
27	Curva circular	2+333.97m	2+336.03m	2.063m	90.000m	
28	Clotoide	2+336.03m	2+382.98m	46.944m		65.000m
29	Recta	2+382.98m	2+446.60m	63.623m		
30	Clotoide	2+446.60m	2+497.74m	51.136m		75.000m
31	Curva circular	2+497.74m	2+503.90m	6.160m	110.000m	
32	Clotoide	2+503.90m	2+555.03m	51.136m		75.000m
33	Recta	2+555.03m	2+849.82m	294.784m		
34	Clotoide	2+849.82m	2+919.90m	70.083m		145.000m
35	Curva circular	2+919.90m	3+228.40m	308.496m	300.000m	
36	Clotoide	3+228.40m	3+298.48m	70.083m		145.000m
37	Recta	3+298.48m	3+385.81m	87.332m		

38	Clotoide	3+385.81m	3+440.94m	55.125m		105.000m
39	Curva circular	3+440.94m	3+443.15m	2.209m	200.000m	
40	Clotoide	3+443.15m	3+498.27m	55.125m		105.000m
41	Recta	3+498.27m	3+750.05m	251.774m		
42	Clotoide	3+750.05m	3+801.65m	51.607m		85.000m
43	Curva circular	3+801.65m	3+925.98m	124.331m	140.000m	
44	Clotoide	3+925.98m	3+977.59m	51.607m		85.000m
45	Recta	3+977.59m	4+265.02m	287.432m		
46	Clotoide	4+265.02m	4+314.02m	49.000m		70.000m
47	Curva circular	4+314.02m	4+408.71m	94.684m	100.000m	
48	Clotoide	4+408.71m	4+457.71m	49.000m		70.000m
49	Recta	4+457.71m	4+582.10m	124.396m		
50	Clotoide	4+582.10m	4+625.32m	43.214m		55.000m
51	Curva circular	4+625.32m	4+706.93m	81.609m	70.000m	
52	Clotoide	4+706.93m	4+750.14m	43.214m		55.000m
53	Recta	4+750.14m	4+969.39m	219.254m		
54	Clotoide	4+969.39m	5+011.06m	41.667m		50.000m
55	Curva circular	5+011.06m	5+038.07m	27.009m	60.000m	
56	Clotoide	5+038.07m	5+079.74m	41.667m		50.000m
57	Recta	5+079.74m	5+341.66m	261.929m		
58	Clotoide	5+341.66m	5+384.88m	43.214m		55.000m
59	Curva circular	5+384.88m	5+392.63m	7.747m	70.000m	
60	Clotoide	5+392.63m	5+435.84m	43.214m		55.000m
61	Recta	5+435.84m	5+643.29m	207.448m		
62	Clotoide	5+643.29m	5+688.29m	45.000m		60.000m
63	Curva circular	5+688.29m	5+728.89m	40.601m	80.000m	
64	Clotoide	5+728.89m	5+773.89m	45.000m		60.000m
65	Recta	5+773.89m	5+912.88m	138.992m		
66	Clotoide	5+912.88m	5+959.83m	46.944m		65.000m
67	Curva circular	5+959.83m	6+118.49m	158.663m	90.000m	
68	Clotoide	6+118.49m	6+165.43m	46.944m		65.000m
69	Recta	6+165.43m	6+302.34m	136.904m		
70	Clotoide	6+302.34m	6+355.67m	53.333m		80.000m
71	Curva circular	6+355.67m	6+405.85m	50.181m	120.000m	
72	Clotoide	6+405.85m	6+459.19m	53.333m		80.000m
73	Recta	6+459.19m	6+809.02m	349.833m		
74	Clotoide	6+809.02m	6+864.60m	55.577m		85.000m
75	Curva circular	6+864.60m	6+939.44m	74.846m	130.000m	
76	Clotoide	6+939.44m	6+995.02m	55.577m		85.000m
77	Recta	6+995.02m	7+147.85m	152.827m		
78	Clotoide	7+147.85m	7+196.85m	49.000m		70.000m
79	Curva circular	7+196.85m	7+331.41m	134.569m	100.000m	
80	Clotoide	7+331.41m	7+380.41m	49.000m		70.000m



81	Recta	7+380.41m	7+510.59m	130.180m		
82	Clotoide	7+510.59m	7+555.59m	45.000m		60.000m
83	Curva circular	7+555.59m	7+646.44m	90.844m	80.000m	
84	Clotoide	7+646.44m	7+691.44m	45.000m		60.000m
85	Recta	7+691.44m	7+815.51m	124.076m		
86	Clotoide	7+815.51m	7+862.46m	46.944m		65.000m
87	Curva circular	7+862.46m	7+946.81m	84.354m	90.000m	
88	Clotoide	7+946.81m	7+993.76m	46.944m		65.000m
89	Recta	7+993.76m	8+189.85m	196.096m		
90	Clotoide	8+189.85m	8+236.80m	46.944m		65.000m
91	Curva circular	8+236.80m	8+304.54m	67.739m	90.000m	
92	Clotoide	8+304.54m	8+351.48m	46.944m		65.000m
93	Recta	8+351.48m	8+421.99m	70.511m		
94	Clotoide	8+421.99m	8+475.33m	53.333m		80.000m
95	Curva circular	8+475.33m	8+481.81m	6.479m	120.000m	
96	Clotoide	8+481.81m	8+535.14m	53.333m		80.000m
97	Recta	8+535.14m	8+566.52m	31.384m		

• TRAMO 2

Tabla 11: Estado de alineaciones en planta tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+080.11m	80.113m		
2	Clotoide	0+080.11m	0+115.32m	35.208m		65.000m
3	Curva circular	0+115.32m	0+116.71m	1.391m	120.000m	
4	Clotoide	0+116.71m	0+151.92m	35.208m		65.000m
5	Recta	0+151.92m	0+215.45m	63.530m		
6	Clotoide	0+215.45m	0+262.39m	46.944m		65.000m
7	Curva circular	0+262.39m	0+263.45m	1.054m	90.000m	
8	Clotoide	0+263.45m	0+310.39m	46.944m		65.000m
9	Recta	0+310.39m	0+439.57m	129.178m		
10	Clotoide	0+439.57m	0+492.90m	53.333m		80.000m
11	Curva circular	0+492.90m	0+498.24m	5.335m	120.000m	
12	Clotoide	0+498.24m	0+551.57m	53.333m		80.000m
13	Recta	0+551.57m	0+648.55m	96.980m		
14	Clotoide	0+648.55m	0+701.64m	53.088m		95.000m
15	Curva circular	0+701.64m	0+710.06m	8.417m	170.000m	
16	Clotoide	0+710.06m	0+763.15m	53.088m		95.000m
17	Recta	0+763.15m	1+507.51m	744.363m		
18	Clotoide	1+507.51m	1+577.59m	70.083m		145.000m

19	Curva circular	1+577.59m	1+609.97m	32.375m	300.000m	
20	Clotoide	1+609.97m	1+680.05m	70.083m		145.000m
21	Recta	1+680.05m	1+722.14m	42.088m		
22	Clotoide	1+722.14m	1+777.26m	55.125m		105.000m
23	Curva circular	1+777.26m	1+874.66m	97.396m	200.000m	
24	Clotoide	1+874.66m	1+929.79m	55.125m		105.000m
25	Recta	1+929.79m	2+000.64m	70.854m		
26	Clotoide	2+000.64m	2+052.25m	51.607m		85.000m
27	Curva circular	2+052.25m	2+191.54m	139.297m	140.000m	
28	Clotoide	2+191.54m	2+243.15m	51.607m		85.000m
29	Recta	2+243.15m	2+301.70m	58.545m		

• TRAMO 3

Tabla 12: Estado de alineaciones en planta tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+167.28m	167.282m		
2	Clotoide	0+167.28m	0+219.91m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+219.91m	0+249.95m	30.039m	190.000m	
4	Clotoide	0+249.95m	0+302.58m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+302.58m	0+329.62m	27.037m		
6	Curva circular	0+329.62m	0+351.77m	22.151m	50.000m	
7	Recta	0+351.77m	0+430.05m	78.279m		
8	Curva circular	0+430.05m	0+460.16m	30.110m	33.308m	
9	Recta	0+460.16m	0+463.81m	3.648m		
10	Curva circular	0+463.81m	0+481.69m	17.879m	20.000m	
11	Recta	0+481.69m	0+526.66m	44.976m		
12	Curva circular	0+526.66m	0+542.52m	15.859m	35.000m	
13	Recta	0+542.52m	0+571.48m	28.958m		
14	Clotoide	0+571.48m	0+611.98m	40.500m		45.000m
15	Curva circular	0+611.98m	0+613.66m	1.682m	50.000m	
16	Clotoide	0+613.66m	0+654.16m	40.500m		45.000m
17	Recta	0+654.16m	0+988.31m	334.142m		
18	Clotoide	0+988.31m	1+035.25m	46.944m		65.000m
19	Curva circular	1+035.25m	1+035.25m	0.004m	90.000m	
20	Clotoide	1+035.25m	1+082.20m	46.944m		65.000m
21	Recta	1+082.20m	1+085.59m	3.390m		

9.2.2. TRAZADO EN ALZADO

Para el diseño en alzado de la carretera, se dispone de un trazado que combina rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola). Uno de los requisitos más importantes y prioritarios son la seguridad y comodidad, proporcionando una visibilidad óptima. Además, se ha buscado un buen diseño de la rasante al terreno para de esta forma reducir el coste de movimiento de tierras o el consumo de emisiones de vehículos.

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, función de la velocidad de proyecto (V_p), para carreteras convencionales se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Valores de inclinación de la rasante. (Fuente: Elaboración propia)

V_p (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

A continuación, se presenta el estado de rasantes de la solución adoptada

• **TRAMO 1**

Tabla 14: Estado de rasantes tramo 1. (Fuente: Elaboración propia)

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+002.70m	0+068.71m	66.014m	2.01%	0
2	Convexo	0+068.71m	0+135.91m	67.192m		22.842
3	Recta	0+135.91m	0+874.24m	738.333m	-0.93%	0
4	Cóncavo	0+874.24m	1+275.81m	401.574m		296.587
5	Recta	1+275.81m	2+976.06m	1700.242m	0.43%	0
6	Cóncavo	2+976.06m	3+178.09m	202.037m		93.698
7	Recta	3+178.09m	3+828.37m	650.274m	2.58%	0
8	Convexo	3+828.37m	3+923.16m	94.796m		46.318
9	Recta	3+923.16m	4+294.57m	371.405m	0.53%	0
10	Cóncavo	4+294.57m	4+377.45m	82.883m		58.574
11	Recta	4+377.45m	4+606.18m	228.728m	1.95%	0
12	Convexo	4+606.18m	4+720.34m	114.161m		31.216

13	Recta	4+720.34m	4+981.40m	261.057m	-1.71%	0
14	Cóncavo	4+981.40m	5+066.73m	85.334m		16.683
15	Recta	5+066.73m	5+518.77m	452.042m	3.41%	0
16	Convexo	5+518.77m	5+674.49m	155.713m		60.759
17	Recta	5+674.49m	5+927.04m	252.551m	0.85%	0
18	Convexo	5+927.04m	6+149.01m	221.971m		84.356
19	Recta	6+149.01m	6+830.33m	681.324m	-1.79%	0
20	Cóncavo	6+830.33m	6+975.49m	145.159m		309.146
21	Recta	6+975.49m	7+524.53m	549.041m	-1.32%	0
22	Cóncavo	7+524.53m	7+669.80m	145.271m		28.407
23	Recta	7+669.80m	8+296.73m	626.925m	3.80%	0
24	Convexo	8+296.73m	8+450.78m	154.057m		25.898
25	Recta	8+450.78m	8+566.52m	115.739m	-2.15%	0

• **TRAMO 2**

Tabla 15: Estado de rasantes tramo 2. (Fuente: Elaboración propia)

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+929.87m	929.871m	3.34%	
2	Convexo	0+929.87m	0+935.58m	5.712m		2.5
3	Recta	0+935.58m	1+064.31m	128.729m	1.05%	
4	Convexo	1+064.31m	1+183.30m	118.987m		31.224
5	Recta	1+183.30m	2+178.36m	995.064m	4.87%	
6	Convexo	2+178.36m	2+211.29m	32.929m		7.886
7	Recta	2+211.29m	2+301.70m	90.403m	0.69%	

• **TRAMO 3**

Tabla 16: Estado de rasantes tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+174.54m	174.542m	0.69%	
2	Cóncavo	0+174.54m	0+291.49m	116.943m		18.564
3	Recta	0+291.49m	1+085.59m	794.103m	6.99%	

9.2.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

Se disponen un total de 3 secciones diferentes cumpliendo de esta forma con las necesidades de cada zona:

- **Sección transversal con carril bici:** Esta sección se fija en todo el tramo 1 (P.K. 0+000m al P.K. 8+567 y en la primera parte del tramo 2, del P.K. 0+000m hasta el P.K. 1+000m. El objetivo de esta sección es disponer de un carril bici que conecte la pedanía de Calabardina con el litoral de la Marina de Cope. De esta forma los peatones podrán acceder a los caminos auxiliares de acceso a playas.

Tabla 17: Dimensiones de la sección transversal con carril bici. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal con carril bici (m)					
Carril	Arcén	Berma	Carril Bici (Ciclistas)	Carril Bici (peatones)	Sección total plataforma
3.5	0.5	0.25	1.75	1.25	11.5

- **Sección transversal común:** En este caso el ancho de carril, al igual que en el caso anterior, es de 3,5 m. Se dispone de esta sección en los siguientes tramos:
 - P.K. 1+100 al P.K. 1+850 (Tramo 2)
 - P.K. 2+100 al P.K. 2+300 (Tramo 2)
 - P.K. 0+000 al P.K. 0+450 (Tramo 3)
 - P.K. 0+765 al P.K. 1+086 (Tramo 3)

Tabla 18: Dimensiones de la sección transversal común. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal común (m)			
Carril	Arcén	Berma	Sección total plataforma
3.5	0.5	0.25	8.5

- **Sección transversal reducida:** Esta tipología se implanta en las zonas donde la sección es escasa ya que existe una concentración de edificaciones próximas a la carretera que no permite ampliar la sección. Difiere de las anteriores en que en este caso el ancho de carril es de 3 m. Esta sección se implanta en las siguientes zonas:
 - P.K. 1+750 al P.K. 2+100 (Tramo 2)
 - P.K. 0+450 al P.K. 0+765 (Tramo 2)

Tabla 19: Dimensiones de la sección transversal con carril bici. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal reducida (m)			
Carril	Arcén	Berma	Sección total plataforma
3	0.5	0.25	7.5

En todos los casos la plataforma está compuesta por dos carriles, dos arcenes y dos bermas, salvo en la Sección Transversal con Carril Bici, en la que además de los anteriores, se compone de un carril bici en uno de sus lados.

9.3. NUDOS

En la carretera diseñada se dan un total de 2 intercesiones. Ambas se desarrollan como una intersección en T sin carril de almacenamiento.

Para el diseño de las dimensiones de la intersección, se hace uso de la herramienta Vehicle Tracking de Civil 3D, que permite proyectar la trayectoria de los posibles movimientos que llevarían a cabo los vehículos en la intersección, generando unas envolventes que permiten intuir el tamaño necesario a disponer.

9.4. SEGURIDAD VIAL

En el siguiente gráfico se representan las visibilidades de ida y vuelta junto con la distancia de parada, donde se comprueba que la visibilidad es mayor que la distancia de parada requerida por lo que no es necesario realizar ninguna acción para mejorar la visibilidad. No obstante, se observa que en el inicio y fin del diagrama de visibilidades converge a 0, pero no es algo significativo puesto que no representa la realidad. De acuerdo a lo estipulado en la instrucción, la visibilidad de parada debe ser superior a la distancia de parada calculada en base a la velocidad de proyecto.

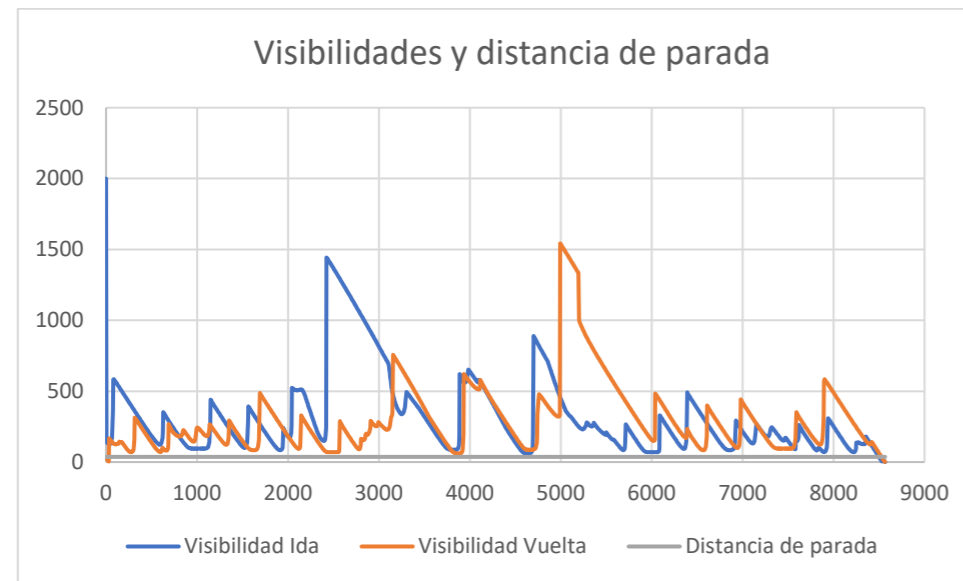


Figura 8: Gráfico de visibilidades y distancia de parada. (Fuente: Elaboración Propia)

9.5. DISEÑO DEL FIRME

En el Anejo Nº6 Firmes y Pavimentos queda justificado el diseño del firme y pavimentos del Estudio de Alternativas de la nueva carretera de la Marina de Cope. A modo de resumen, se mencionan las distintas capas a disponer, desde el interior hacia el exterior:

- Explanada de 35 cm de espesor de suelo seleccionado.
- Base granular de zahorra artificial de 30 cm de espesor.
- Riego de imprimación entre base zahorras y capa base de mezcla bituminosa tipo C60BF5 IMP.
- Capa base AC22 base G de 7 cm de espesor.
- Riego de adherencia entre capas de mezclas bituminosas tipo C60B3 ADH.
- Capa de rodadura AC 16 surf S de 4 de espesor

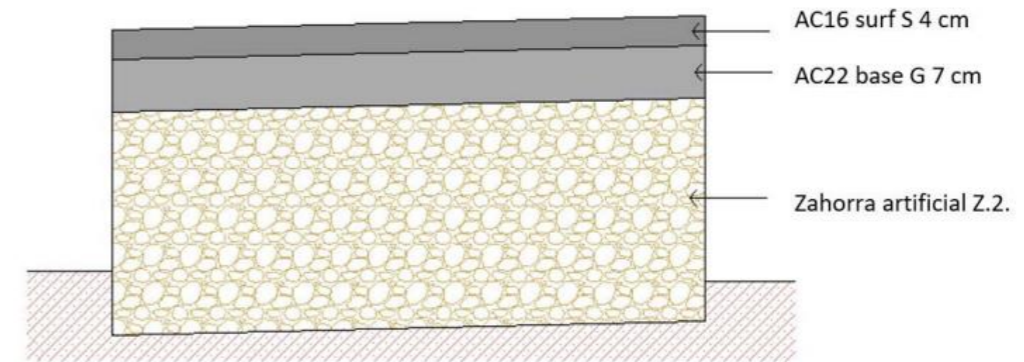


Figura 14: Detalle de firme (Fuente: Elaboración propia)

9.6. DRENAJE

9.6.1. DRENAJE TRANSVERSAL

Se han dimensionado un total de seis obras de drenaje transversal correspondientes a las cuencas principales para un periodo de retorno de 100 años. Se ha comprobado el dimensionamiento para un tubo de 1,8 metros, puesto que es el mínimo exigido por la normativa en este caso.

A continuación, se muestran las comprobaciones indicadas donde se puede comprobar que con un tubo de dicho diámetro todas las ODTs cumplen.

Tabla 20: Valores de dimensionamiento de las ODT diseñadas. (Fuente: Elaboración propia).

ODT	Qp	Dmin	Tipo	D (m)	Pendiente (m)	S máx (m)	Pendiente (m)	RH (m)	Qch (m3/s)	Qp/Qmax	Comprobación
1	3.258	1.8	Tubo	1.8	0.25	2.54	5.65	0.45	62.15	0.052	Cumple
2	5.739	1.8	Tubo	1.8	0.3	2.54	5.65	0.45	68.08	0.084	Cumple
3	11.389	1.8	Tubo	1.8	0.3	2.54	5.65	0.45	68.08	0.167	Cumple
4	8.823	1.8	Tubo	1.8	0.25	2.54	5.65	0.45	62.15	0.142	Cumple
5	5.036	1.8	Tubo	1.8	0.4	2.54	5.65	0.45	78.61	0.064	Cumple
6	4.677	1.8	Tubo	1.8	0.4	2.54	5.65	0.45	78.61	0.059	Cumple

9.6.2. DRENAJE LONGITUDINAL

El dimensionamiento de las cunetas se realiza para las inclinaciones máxima y mínima haciendo uso de la fórmula de Manning-Stirckler, para flujo en lámina libre. De esta forma se comprueba si la cuneta es capaz de soportar el caudal máximo.

Tabla 21: Comprobaciones para el dimensionamiento de la cuneta. (Fuente: Elaboración propia).

Cuneta	Qp	Área cuneta	Inclinación (%)	Perímetro	Qch	Qp/Qmax	Comprobación
	0.019	0.08	0.43	0.76	0.09746019	0.1949514	Cumple
		0.08	7.35	0.76	0.40293656	0.04715382	Cumple

10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Dadas las características del emplazamiento en donde se sitúa la actuación, se considera de vital importancia la realización de un estudio de impacto ambiental que permita evaluar desde el punto de vista ambiental la viabilidad del proyecto.

Para ello, se ha localizado y descrito brevemente el proyecto, su objetivo y el alcance de los trabajos, sus características y peculiaridades, identificando acciones susceptibles de causar un impacto sobre el medio ambiente en las diferentes fases de construcción y explotación.

Para la valoración de cada alternativa, se ha establecido una matriz causa-efecto que permite una cuantificación del impacto utilizando índices de calidad ambiental. A continuación, se muestra la media del impacto correspondiente a la componente ambiental para cada alternativa:

Tabla 14: Impacto componente ambiental (Fuente: Elaboración propia)

	Impacto componente ambiental
Alternativa 0	-863.2
Alternativa 1	-884.35
Alternativa 2	-736.4
Alternativa 3	-926.8

Según los resultados obtenidos, la Alternativa 2 sería la que menor valor negativo presenta, frente al resto, con una puntuación de -736,4. La alternativa 3, sin embargo, presenta el mayor valor negativo con un -926,8 de puntuación.

11. PLAN DE OBRA

Se define el plan de obra a nivel de proyecto con carácter indicativo. La definición de este ha de realizarse en base a los equipos humanos y materiales que vayan a ser empleados finalmente en la ejecución.

En el proceso constructivo se diferencian las siguientes actividades:

- Demoliciones
- Movimientos de tierra
- Drenaje
- Firmes y pavimentos
- Señalización y defensa

Como fecha de inicio de las obras se establece la primera semana del mes de enero de 2022, teniendo una duración final de 21 meses. En el *Anejo Nº8 Plan de Obra* se adjunta el diagrama de Gantt del presente trabajo.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA

La valoración económica de la ejecución material se estructura de la siguiente forma:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	DEMOLICIONES	174.336,13	4,89
C02	MOVIMIENTOS DE TIERRA	1.173.809,19	32,93
C03	DRENAJE	973.750,04	27,31
C04	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	1.916.022,23	53,75
C05	SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA.....	147.388,77	4,13
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		4.385.306,36	
	13,00% Gastos generales	570.089,83	
	6,00% Beneficio industrial	263.118,38	
SUMA DE G.G. y B.I.		833.208,21	
	21,00% I.V.A.....	1.095.888,06	1.095.888,06
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		6.314.402,63	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		6.314.402,63	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEIS MILLONES TRESCIENTOS CATORCE MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

Aplicando los incrementos debidos a gastos generales, beneficio industrial e I.V.A., la valoración económica asciende a la cantidad de 6.314.402,63 € (SEIS MILLONES TRESCIENTOS CATORCE MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS)

13. CONCLUSIONES



En el presente Trabajo Final de Master se propone un diseño de nuevo trazado en la Marina de Cope, que se adapta a la normativa vigente y teniendo en cuenta una serie de condicionales impuestos por la zona de emplazamiento.

Vistos los diferentes apartados que se han expuesto, se concluye que se han tenido en cuenta los diferentes condicionantes y se ha propuesto una solución viable, que cumple con los requisitos de funcionabilidad, seguridad y durabilidad, manteniendo como prioridad la búsqueda de una infraestructura integrada en el entorno y la paisajística de la zona donde se implantará, la cual supondría una gran oportunidad para el desarrollo turístico del Parque Regional Cabo Cope.

Valencia, julio de 2021

Fdo: Ana Rabal Correas



ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo Nº1: Antecedentes y estado actual

Anejo Nº2: Geología y geotécnica

Anejo Nº3: Climatología e hidrología

Anejo Nº4: Estudio de alternativas

Anejo Nº5: Diseño geométrico

Anejo Nº6: Firmes y pavimentos

Anejo Nº7: Estudio de drenaje

Anejo Nº8: Plan de obra

Anejo Nº9: Estudio de impacto ambiental



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Anexo al Trabajo Fin de Grado/Máster

Relación del TFG/TFM “Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas (Provincia de Murcia)” 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.				X
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.		X		
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.

El presente trabajo final de master tiene como objetivo la definición de una nueva carretera que facilite el acceso al litoral de la Marina de Cope, situada entre los municipios de Águilas y Lorca. Para la realización de este trabajo se han tenido en cuenta aspectos que se consideran de vital importancia y que están muy ligados a los ODS de la Agenda 2030. Dichos aspectos se citan a continuación.

1. El diseño de las alternativas se ha planteado de tal forma que el trazado en planta de las mismas, no incidan en las protecciones paisajísticas establecidas en la zona; ya que se considera vital la integración paisajística de la infraestructura de la zona.
2. Dado que la actuación se enclava en un espacio protegido, caracterizado por su gran valor ecológico, se ha llevado a cabo un Estudio de Impacto Ambiental con el fin de valorar los impactos que inciden en el medio, proponiendo una serie de medidas correctoras para minimizarlos y valorando la viabilidad de la actuación desde el punto de vista ambiental.
3. Para que los usuarios puedan acceder a las diversas playas de la Marina de Cope, se propone la ejecución de una serie de caminos de tierra que bifurquen de la carretera principal. De este modo, los usuarios podrían acceder a la zona de una forma cómoda y sin producir un impacto ambiental negativo en el medio.
4. Se diseñará un carril bici que conectará Calabardina con la Marina de Cope, fomentando el impulso de modalidades de transporte sostenible. De esta manera se potencia la inclusión y conectividad del municipio de Águilas.

Con esta nueva carretera se pretende fomentar el turismo de la zona, prácticamente inexistente a día de hoy, generando de esta forma un mayor crecimiento económico.

Anejo N°1: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL



1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	3
3.	ANTECEDENTES.....	3
4.	USOS ACTUALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	5
5.	INFRAESTRUCTURAS PRESENTES.....	6
6.	CONCLUSIONES.....	8

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto justificar la necesidad del estudio de una nueva propuesta de viario público que permita el acceso a los enclaves costeros de la Marina de Cope, perteneciente al Parque Natural de Cabo Cope-Puntas de Calnegre.

En primer lugar, se describe la zona dentro de los municipios de Águilas y Lorca, en el ámbito nacional y autonómico. Posteriormente, se analiza la situación actual en la zona de estudio y la red viaria existente que da servicio al litoral de la Marina de Cope. Finalmente se proponen unos objetivos claves para el desarrollo del estudio de alternativas.

2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la carretera propuesta se sitúa en la Marina de Cope, llanura costera enclavada entre los municipios de Águilas y Lorca. Dichos municipios se sitúan al sureste de la península, en la parte suroccidental de la Región de Murcia (Figura 1).



Figura 1: Ubicación de la Marina de Cope en la Península. (Fuente: Goolzoom).



Figura 2: Emplazamiento de la Marina de Cope dentro de los municipios de Águilas y Lorca (Fuente: Goolzoom).

Águilas está situada a 35 km de la ciudad de Lorca. Cuenta con una población de 35.722 habitantes según el INE de 2020 distribuidos en una extensión de 251,77 km². Posee 28 km de costa mediterránea en el extremo suroeste de la Región de Murcia. El término municipal cuenta con 16 pedanías y localidades, entre ellas Calabardina.

3. ANTECEDENTES

El objeto de este Trabajo Final de Máster es la redacción de un estudio de alternativas de una carretera que mejore la accesibilidad al litoral de la Marina de Cope.

La Marina de Cope cuenta con una reconocida biodiversidad entre la comunidad científica. Su extensión abarca desde Cabo Cope (Águilas) hasta Calnegre (Lorca) y está formada por más de 16 kilómetros de costa. Es una de las pocas áreas no urbanizadas de la costa Mediterránea española y a pesar de tratarse de una zona árida, este tramo de costa cuenta con grandes valores ecológicos, paisajístico y geomorfológicos, que también incluye 700 hectáreas de hábitats reconocidos internacionalmente entre los que se encuentra ecosistemas marinos prioritarios.

La Marina de Cope forma parte del Parque Regional Cabo Cope y Puntas de Calnegre, declarado parque regional por la legislación de la Comunidad Autónoma de Murcia (Ley de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia de 1992). Se encuentra incluido dentro de la ZEPA Sierra de la Almenara, Moreras y Cabo Cope y está declarado también como LIC (Lugar de Importancia Comunitaria): LIC Calnegre y LIC-Cabo Cope.



Figura 3: Imagen de la Marina de Cope y Cabo Cope desde Calnegre. Fuente: ABC Murcia.

El municipio de Águilas tiene una estructura económica basada principalmente en el turismo y en la agricultura, así como en empresas auxiliares a estos sectores. Ambas actividades presentan bajo nivel de innovación en especialización y diversificación.

El sector turístico es muy estacional y carece de oferta de alta calidad. Sufre de falta de iniciativa y necesita de una mayor dinamización, diversificación y puesta en valor, más aún si se compara el sector con el de otras zonas adyacentes.

La solución al problema puede llegar con la promoción de actividades económicas relacionadas con el turismo en épocas no estivales, como pueden ser el turismo de naturaleza, deportivo o con enfoque en países donde la demanda del ocio se extiende por otras épocas del año.

La Marina de Cope está formada por numerosas playas y calas de interés turístico, ya que son playas completamente vírgenes sin apenas incidencia humana. Es tal el nivel de espacio natural que posee el ámbito que, el acceso a la mayoría de estas playas debe hacerse a través de

caminos de tierra y sendas con secciones irregulares y deficientes. Por este motivo, sería de interés una propuesta de viario que sí diera accesibilidad a todo el litoral de la zona de forma segura y cómoda para los usuarios, incrementando el interés turístico de la zona y potenciando el turismo en épocas no estivales.



Figura 4: Tramo de la carretera principal que facilita el acceso a la zona. Fuente: Visita a la zona realizada en abril de 2021.

Todos los problemas existentes en el municipio de Águilas se desarrollan en la Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado del municipio Águilas Sostenible. El objetivo de dicho documento es definir los problemas existentes y los objetivos a seguir para lograr un municipio sostenible.

Águilas cuenta con diferentes Planes y diagnósticos estratégicos con el fin de perseguir estos objetivos. Uno de ellos es el “*Territorio Campoder: Creciendo Juntos. Estrategia de Desarrollo Local Participativo 2014-2020*”, que engloba los territorios de Barranco, Campo, Cocón, **Cope** y Tébar, que se ha desarrollado su EDLP, financiada con fondos FEADER, que persigue los siguientes objetivos estratégicos:

- Aumentar las opciones de empleo en el territorio.
- Mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.

- Conservar y proteger el territorio y promover el uso sostenible de los recursos.
- Poner en valor el patrimonio rural, impulsando su aprovechamiento turístico.
- Mejorar los servicios y las infraestructuras básicas de las pedanías.
- Impulsar la dinamización social y la cooperación entre los agentes del territorio.

Por otro lado, uno de los retos clave en el desarrollo sostenible del municipio de Águilas es la mejora de la movilidad urbana mediante el cambio a modos de transporte más blandos, el peatonal y el uso de la bicicleta.

	Problemas Urbanos	Activos y Recursos	Potencialidades	Retos	Líneas de Actuación
Dimensión Medioambiental	<p>PU18 Falta de desarrollo de movilidad urbana.</p> <p>PU19 Problemas de degradación del medio urbano, insuficientes zonas verdes y espacios de ocio y participación.</p> <p>PU20 Falta impulso para el ahorro energético y promoción energías limpias.</p>	<p>Clima estable.</p> <p>Paisaje urbano con patrimonio de alto valor.</p> <p>Orografía favorable al uso de la bici</p> <p>PAES desarrollado</p> <p>Disponibilidad de suelo para desarrollos</p> <p>Playa urbana</p> <p>Auditoría energética de edificios públicos e iluminación ya desarrollada.</p>	<p>Posibilidades de desarrollo del turismo sostenible y verde.</p> <p>Posibilidad de aumento de zonas verdes y ciclables.</p> <p>Desarrollo del PMUS.</p> <p>Posibilidad de generar una ciudad ambientalmente saludable.</p>	<p>RM1 Mejora de la movilidad urbana mediante el cambio a modos de transporte más blandos: el peatonal y el uso de la bicicleta.</p> <p>RM2 Mejora del medioambiente urbano, desarrollando nuevas zonas verdes, rehabilitando zonas degradadas y poniendo en valor su patrimonio.</p>	<p>LA02 Movilidad SOSTenible</p> <p>LA05 Medioambiente SOSTenible</p>
<p>Fuentes: PAES Águilas; Informe Análisis socioeconómico del municipio de Águilas; Datos mensuales residuos urbanos y consumo agua; Mapa de ruidos del municipio de Águilas; Participación ciudadana.</p>					

Figura 5: Tabla de retos dimensión medioambiental. (Fuente: Estrategia Águilas Sostenible).

Existe una carencia de carriles bici para fomentar el uso de la bicicleta en el casco urbano y su conexión con otras zonas del municipio. Águilas cuenta con un único carril bici, localizado junto al vial de circunvalación, sólo plenamente funcional en sus tramos extremos.

Actualmente, se está llevando a cabo las obras de ejecución de un carril bici en la carretera RM-D15. Dicha carretera que conecta Águilas con Calabardina y continúa su trama recorriendo los 2 primeros kilómetros del litoral de cope hasta conectar de nuevo con la carretera RM-D14. El carril bici proyectado llega únicamente hasta la pedanía de Calabardina

Dicho esto, se propone el diseño de una carretera cuyo objetivo principal es proporcionar accesibilidad al litoral de la Marina de Cope, teniendo en cuenta los objetivos estratégicos propuestos en el Plan "Territorio Campoder: Creciendo Juntos. Estrategia de Desarrollo Local Participativo 2014-2020", conservando y protegiendo el territorio y proponiendo un uso

sostenible de los recursos, poniendo en valor el patrimonio rural, fomentando un turismo sostenible y mejorando la infraestructura viaria existente en la zona.

Asimismo, dicha propuesta contará con un carril bici, dando continuidad al carril bici de Águilas-Calabardina de la RM-D15 hasta el final de la Marina de Cope y cumpliendo uno de los retos propuestos en la Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado de Águilas.

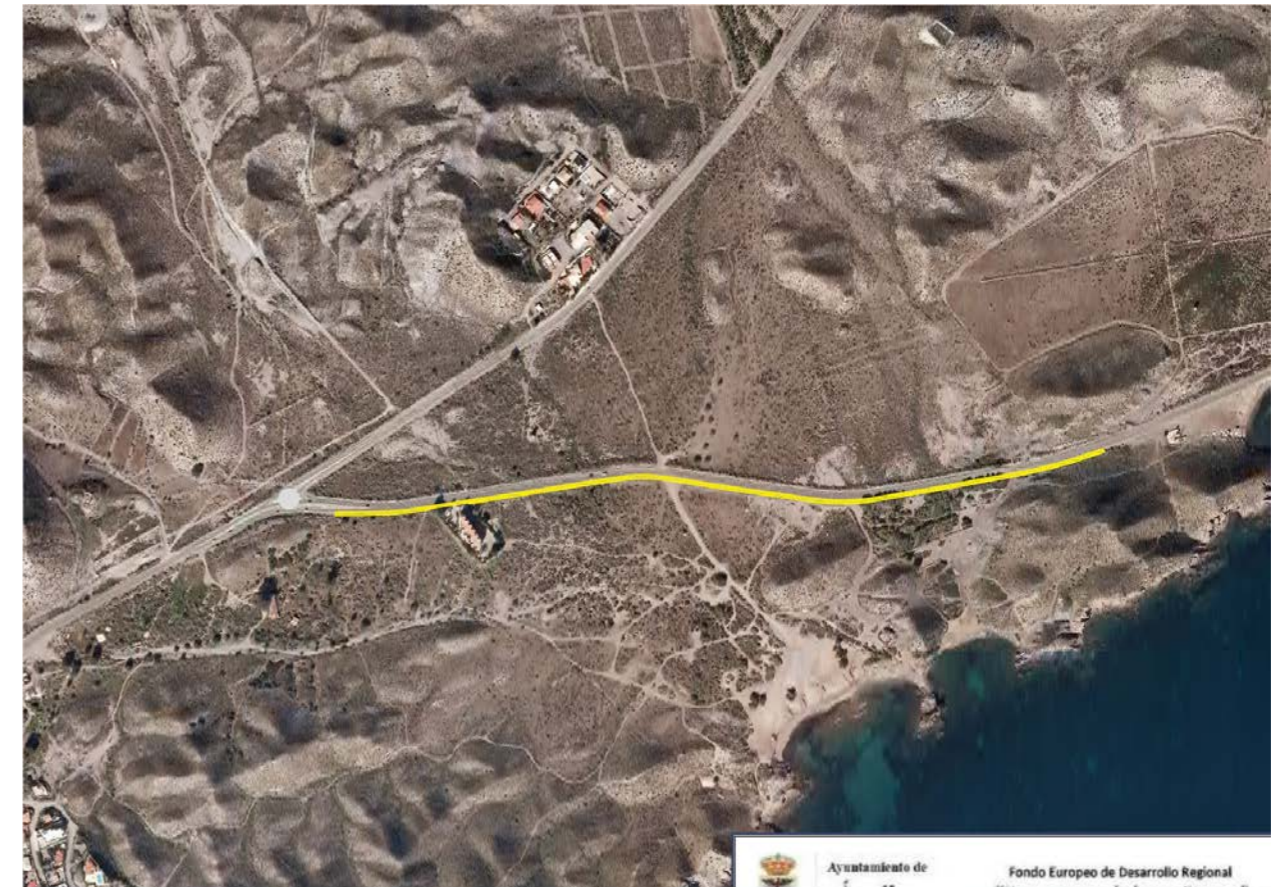


Figura 6: Plano situación del carril bici en ejecución. (Fuente: Proyecto de carril bici junto a la carretera RM-D15 tramo P.K. 0+025 al 0+923).

4. USOS ACTUALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

La revisión/adaptación del PGOU de Águilas fue aprobado definitivamente el 18 de octubre de 2004 y publicado en el Boletín Oficial de la Región de Murcia el 12 de noviembre de 2004.

Dicho PGOU clasifica el suelo del activo como Suelo No Urbanizable de Régimen Común. Los usos permitidos en este tipo de suelo son los ligados al ocio, deporte, actividades culturales,

campamentos, los relacionados con el entretenimiento y servicio de obras públicas y los de servicio en carreteras.

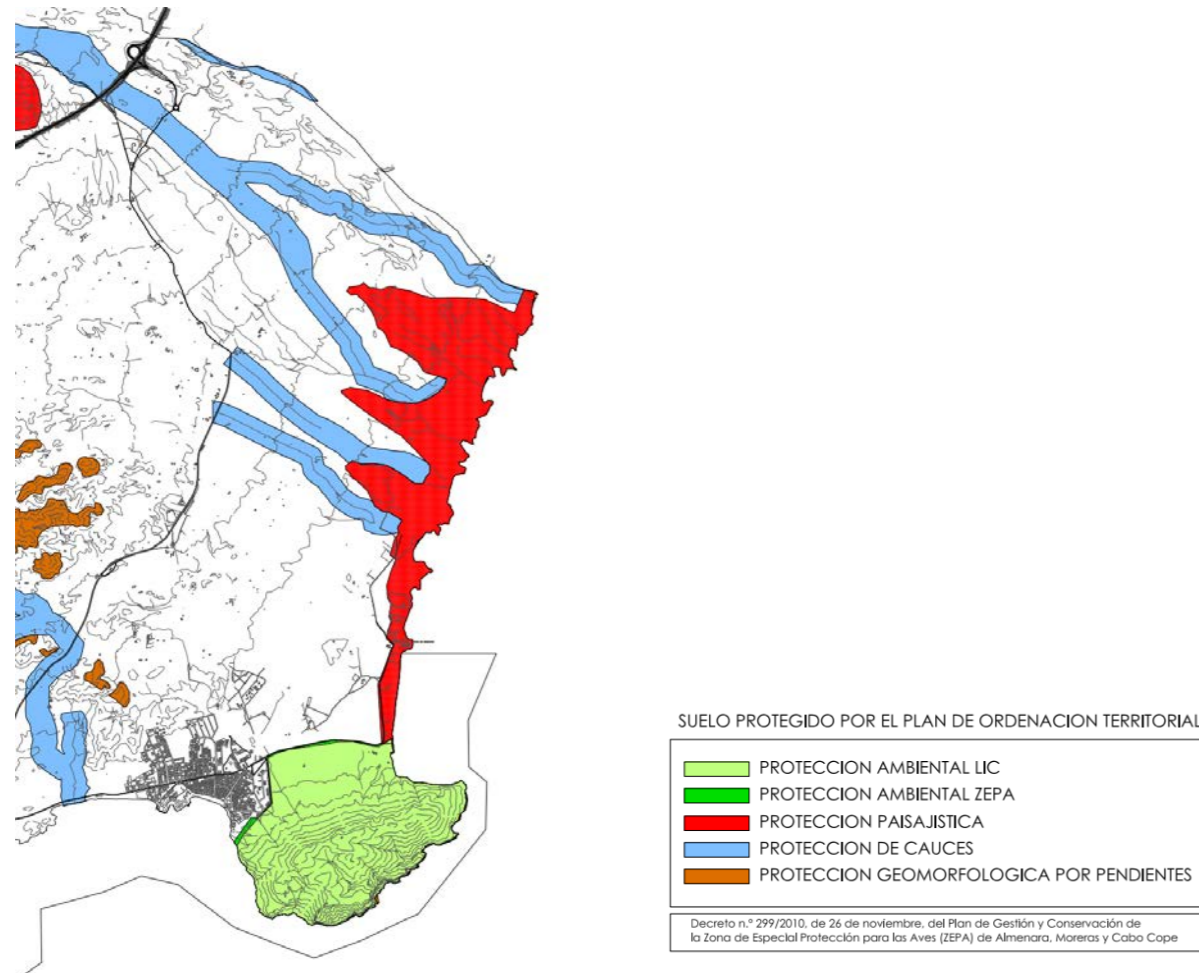


Figura 7: Extracto del plano Suelo Protegido por el Plan de Ordenación Territorial. Fuente: PGOU Águilas.

En el plano del PGOU “Suelo Protegido por el Plan de Ordenación Territorial” se observa que hay zonas que quedan afectada por protecciones paisajísticas o de cauces.

En la zona se han encontrado restos que datan del Neolítico en las cuevas de Cabo Cope. Destaca en la zona la Torre de Cope, edificada en el siglo XVI. En 1974, La Marina de Cope fue escenario de la oposición a la instalación de una central nuclear por parte de Hidroeléctrica Española, que debía empezar a funcionar en 1980.

Posteriormente, en 2004 el Gobierno de Murcia impulsó la recalificación de parte del espacio protegido de la Marina de Cope para permitir la construcción de varias urbanizaciones, campos de golf y una marina interior artificial, con el apoyo de los ayuntamientos de Lorca y Águilas. Sin embargo, el proyecto fue contestado ampliamente por diversos sectores sociales debido al impacto sobre el actual parque regional, siendo finalmente anulado por el Tribunal Constitucional en 2012.

Además, vecinos y ecologistas de la zona han denunciado el grave estado de abandono del parque con acumulación de basuras y plásticos. Los accesos al litoral son escasos, existiendo una red viaria pobre que facilita únicamente el acceso a algunas partes del litoral, no todas. A la zona interior del litoral únicamente puede accederse a través de sendas y caminos de tierra con secciones irregulares e inestables.

5. INFRAESTRUCTURAS PRESENTES

En el entorno de la Marina de Cope se encuentra la siguiente red viaria que se cita a continuación:

Red viaria de gran capacidad existente:

- Autovía del Mediterráneo (A-7), esta autovía comunica la Región de Murcia con Andalucía, por un lado, y por el otro con la ciudad de Alicante y con todo el corredor del Mediterráneo. También se denomina Red Europea E-15.
- Autovía Lorca-Águilas (RM-11), que permite el acceso desde Águilas a la Autovía del Mediterráneo.
- Autopista Cartagena-Vera (AP-7), colindante con la actuación y con un acceso directo que conectará con los futuros viarios del sector.

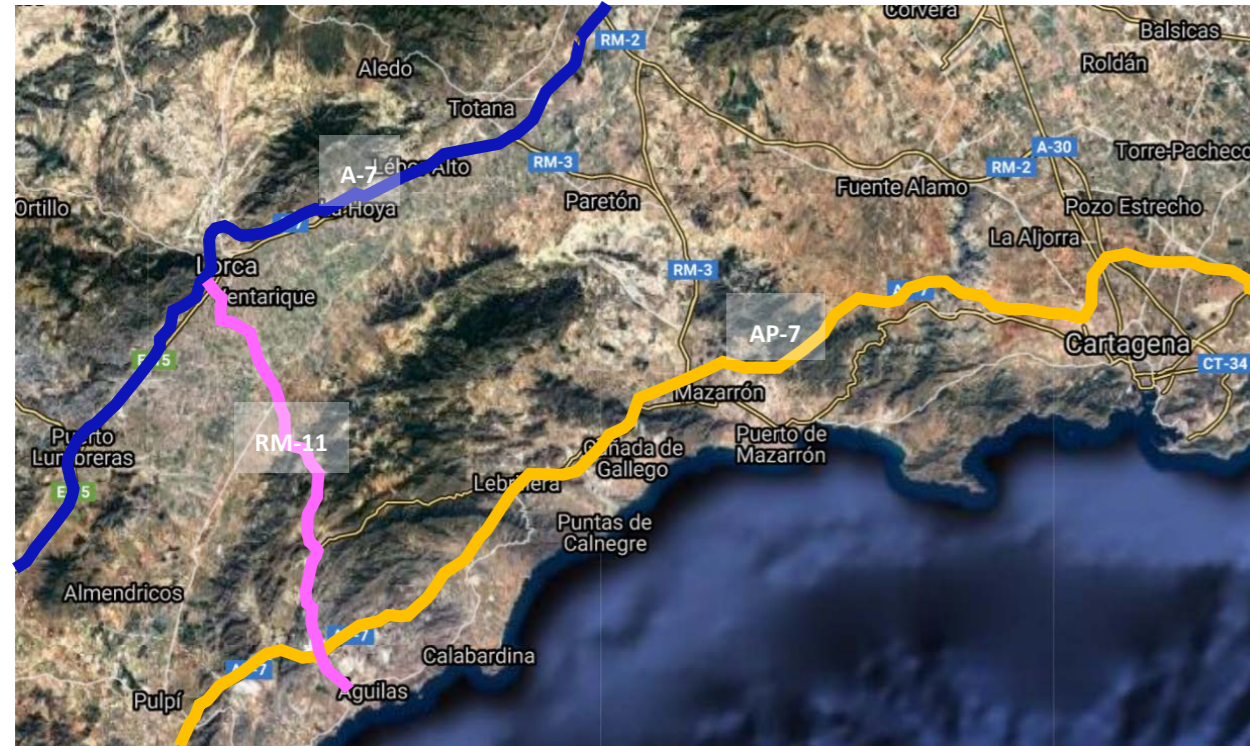


Figura 7: Red viaria de gran capacidad existente. Fuente: Goolzoom.

Red viaria de carreteras regionales de influencia en la Marina de Cope:

- Carretera D-14 de Águilas a Cuesta de Gos, comunica Águilas con Calabardina al continuar con la D-15, conecta con la D-20, a la altura del Cabezo de la Cruz, y con la D-13, que se prolonga hasta la Autovía Lorca-Águilas.
- Carretera D-15: comunica Águilas con Cabo Cope, pasando por Calabardina.
- Carretera D-20: Conecta la D-14, junto al Cabezo de la Cruz, con la N-332 junto a pedanía de Ramone



Figura 8: Red viaria de carreteras regionales de influencia en la Marina de Cope. Fuente: Goolzoom.

La carretera RM D-15 se observa en un estado de conservación muy desfavorable a partir del final de la pedanía de Calabardina. Conforme avanza la carretera en dirección Marina de Cope, las condiciones del viario son peores. Las principales incidencias observadas en la visita realizada son:

- Sección estrecha y ausencia de arcén



Figura 9: Sección carretera existente. Fuente: Visita a la zona realizada en abril de 2021.

- Deterioros del firme en gran parte de la carretera tales como baches y desintegración del mismo.



Figura 10: Deterioro del firme. Fuente: Visita a la zona realizada en abril de 2021.

- Falta de visibilidad en algunas zonas debido a la abundancia de vegetación en los márgenes de la carretera.



Figura 11: Falta de visibilidad. Fuente: Visita a la zona realizada en abril de 2021.

- Imposibilidad de transitar por algunos puntos debido a la acumulación de sedimentos tal y como se observa en la Figura 4 de este anejo.

6. CONCLUSIONES

En el presente anejo se justifica la necesidad de una nueva propuesta de viario que facilite acceso al litoral de la Marina de Cope. Se define la importancia de la Marina de Cope a nivel autonómico y local, analizando los usos principales y características del suelo y definiendo la red viaria existente que da acceso a la zona, observando el estado de mala conservación de la carretera RM-D15 en el tramo Calabardina-Cabo Cope (escasa sección, falta de visibilidad, deterioros del firme, acumulación de sedimentos, etc).



Tras analizar todos los puntos anteriormente citados, se establecen unos objetivos claves para el desarrollo del estudio de alternativas. Con la nueva propuesta de viario se pretende:

- Mejorar la accesibilidad de litoral de la Marina de Cope. Esta llanura costera está formada por más de 20 playas y calas naturales de gran interés para los turistas, pero de difícil acceso puesto que a muchas de ellas solo se puede llegar a través de sendas y caminos de tierra cuyo estado es deficiente
- Diseñar una carretera principal que conecte toda la Marina y de la cual bifurquen varias sendas que faciliten el acceso a las playas principales de la llanura costera.
- Respetar las protecciones paisajísticas marcadas por el PGOU de Águilas y Lorca.
- Buscar una solución donde se utilice en la mayor forma posible el viario ya existente en la zona, aprovechando la sección y mejorándola.
- Que la actuación en el ámbito genere un impacto mínimo en la zona, debido a su diversidad de hábitats terrestres, flora y fauna de alto interés que debe preservarse.
- Búsqueda de la alternativa óptima desde un enfoque sostenible para proteger los valores naturales y culturales de la zona, utilizando como referencias marco los códigos de buenas prácticas y gobernanzas marcadas por la Unión Europea.

Anejo N°2: GEOLOGÍA Y GEOTÉCNICA



1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	3
3. ESTRATIGRAFÍA	3
4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	4
5. COMPROBACIONES GEOTÉCNICAS	5
5.1. ANÁLISIS CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	5
5.2. ASIENTOS	7
5.3. ESTABILIDAD DE TALUDES	7
6. PROCEDIMIENTO DE EXCAVABILIDAD.....	8
7. CONCLUSIONES	10

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se exponen las principales características geológicas y geotécnicas de la zona objeto de estudio donde discurre el trazado del nuevo vial de la Marina de Cope. Para ello, se aporta la información necesaria con relación al estudio del terreno.

Por otro lado, destacar que no ha sido posible tener acceso a ningún estudio geotécnico realizado en la zona. Al tratarse de un trabajo meramente académico, se considera que con los datos geológicos y geotécnicos que se recogen en el anejo, bastaría para abordar satisfactoriamente dicho trabajo.

2. ANTECEDENTES

La Región de Murcia está situada en su totalidad dentro de las cordilleras Béticas. Dichas cordilleras están constituidas por materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios plegados y deformados durante la orografía alpina ocurrida durante el Mioceno medio-superior.

Las cordilleras Béticas se extienden por el sur de la Península Ibérica, ocupando la mayor parte de Andalucía, Murcia y el sur de la Comunidad Valenciana, prolongándose hacia el noreste por el mediterráneo hasta ocupar las Baleares.

Como consecuencia, se produce en la Región de Murcia una orografía accidentada, donde las sierras quedan orientadas en dirección suroeste-noreste. Las cordilleras Béticas se dividen en dos grandes unidades: Las Zonas Externas, integradas por las Zonas Prebética y Subbética, y las Zonas Internas, a las que pertenecerían la Zona Bética s.s y la zona Circumbética.

Viene caracterizado por la superposición de varios mantos de corrimiento, denominados, de arriba hacia abajo, Maláguide, Alpujárride y Nevado-Filábride.

La Geología de la zona de la Marina de Cope es significativa ya que las rocas muestran cómo se formaron las Sierras Béticas, fruto de la colisión entre las placas euroasiática y africana. Los materiales de Cabo Cope son de roca calizas, sobre una base de rocas metamórficas similares a las que afloran en las Alpujarras granadinas. Más antiguos son los materiales metamórficos de color oscuro que afloran en Calnegre parecidos a los que encontramos en la Sierra de los Filabrides y en Sierra Nevada. Toda la franja litoral de la Marina de Cope son materiales de

calcoarenitas con multitud de fósiles de bivalvos. La erosión y las salidas del complejo de ramblas da lugar a las numerosas calas que ocupan el litoral.

3. ESTRATIGRAFÍA

Para caracterizar el terreno de la Marina de Cope, se analiza la estratigrafía de la zona. Los datos para establecer la clasificación del terreno de la zona de estudio se obtienen del Instituto Geológico y Minero de España y del Instituto Geológico Nacional.

Se ha consultado la cartografía geológica del MAGNA 50k (2ª Serie), la zona de Cope se ubica dentro de la hoja 997B.

Los materiales que se observan por todo el trazado de la carretera se corresponden con materiales del cuaternario y del terciario. La mayor parte de la zona está ocupada por un material “indiferenciado” y el resto por conglomerados y areniscas, según el IGME. (figura 1.)

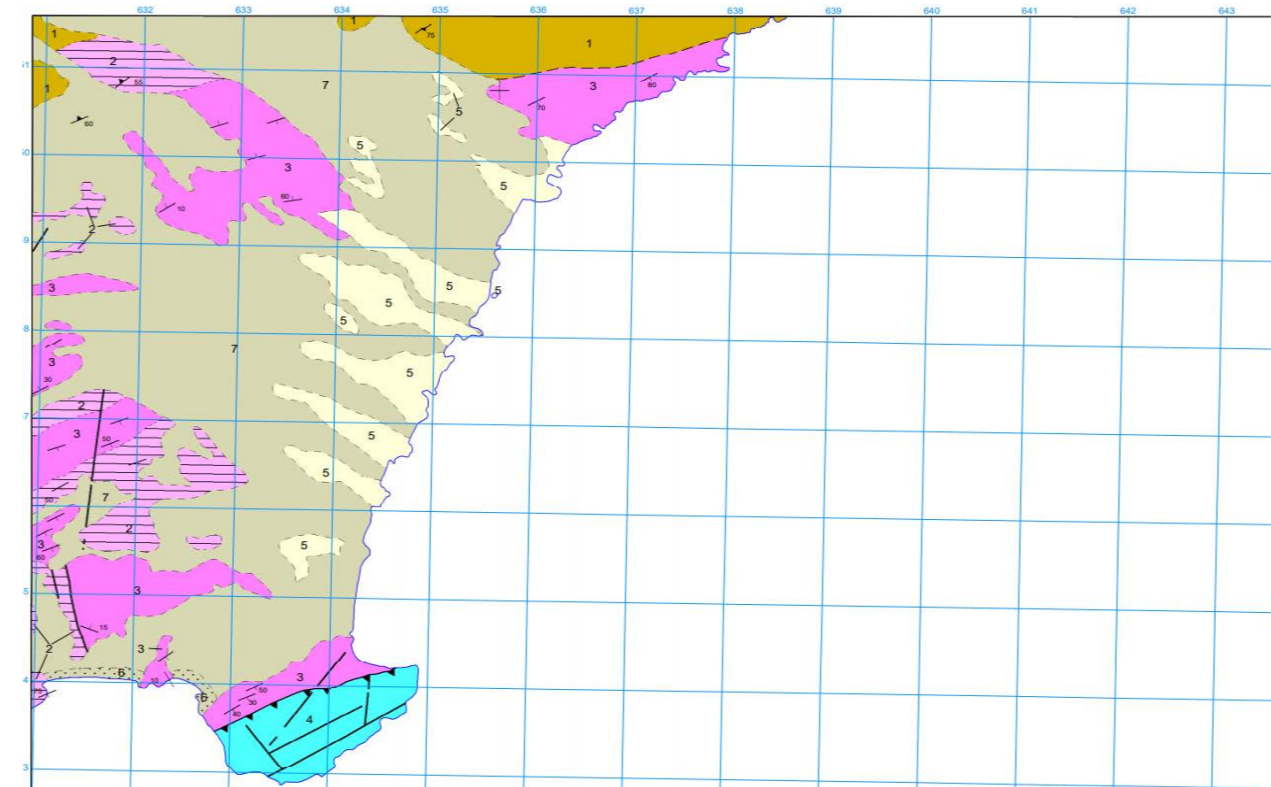


Figura 1. Extracto del Mapa Geológico IGME. Fuente: MAGNA.

LEYENDA

MATERIALES POSTOROGENICOS			
CUATERNARIO		7	7 Indiferenciado 6 Playa 5 Conglomerados y areniscas
TERC.	PLIOCENO	6	
	ASTIENSE	5	
COMPLEJO MALAGUIDE			
JURAS.		4	4 Calizas microcristalinas
COMPLEJO ALPUJARRIDE			
TRIAS.	INFERIOR	3	3 Cuarzitas, areniscas, filitas y metaconglomerados 2 Micaesquistos y filitas 1 Cuarzitas y micaesquistos negros con granate estaurólita y cloritoide
		2	
CAMBRICO-PERMICO		1	

Figura 2. Leyenda del Mapa Geológico IGME. Fuente: MAGNA.

A continuación, se definen los dos tipos de material presentes en la zona de emplazamiento de la estructura:

- Cuaternario indiferenciado: Los materiales cuaternarios están representados por los aluviales de las ramblas (Q), en donde predominan las arenas, formadas por fragmentos de esquistos y cuarzo. El resto son suelos poco desarrollados, formados por la edafización de los materiales que forman las series del Paleozoico Alpujárride.

- Terciario conglomerados y areniscas: En la zona de costa, entre el Cabo de Cope y la Sierra de Lomo de Bas, existe una serie de formaciones detríticas, integrada por conglomerados y areniscas. Los conglomerados están constituidos por cantos poligénicos de grano medio a grueso, de color amarillo y rojizo, predominando los cantos de caliza, cuarcita y esquisto. La matriz detrítica es rica en carbonatos. La potencia es reducida; puede estimarse en una docena de metros.

4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zonificación geotécnica del ámbito se ha extraído del Mapa Geotécnico del Instituto Geológico y Minero de España, a escala 1:200.000. La zona de Cope se localiza dentro de la hoja 79 (7-10) MURCIA (figura 3).

El trazado de la carretera discurre por dos áreas diferenciadas, las zonas II₂ (formas de relieve abruptas) y II₄ (formas de relieve planas).

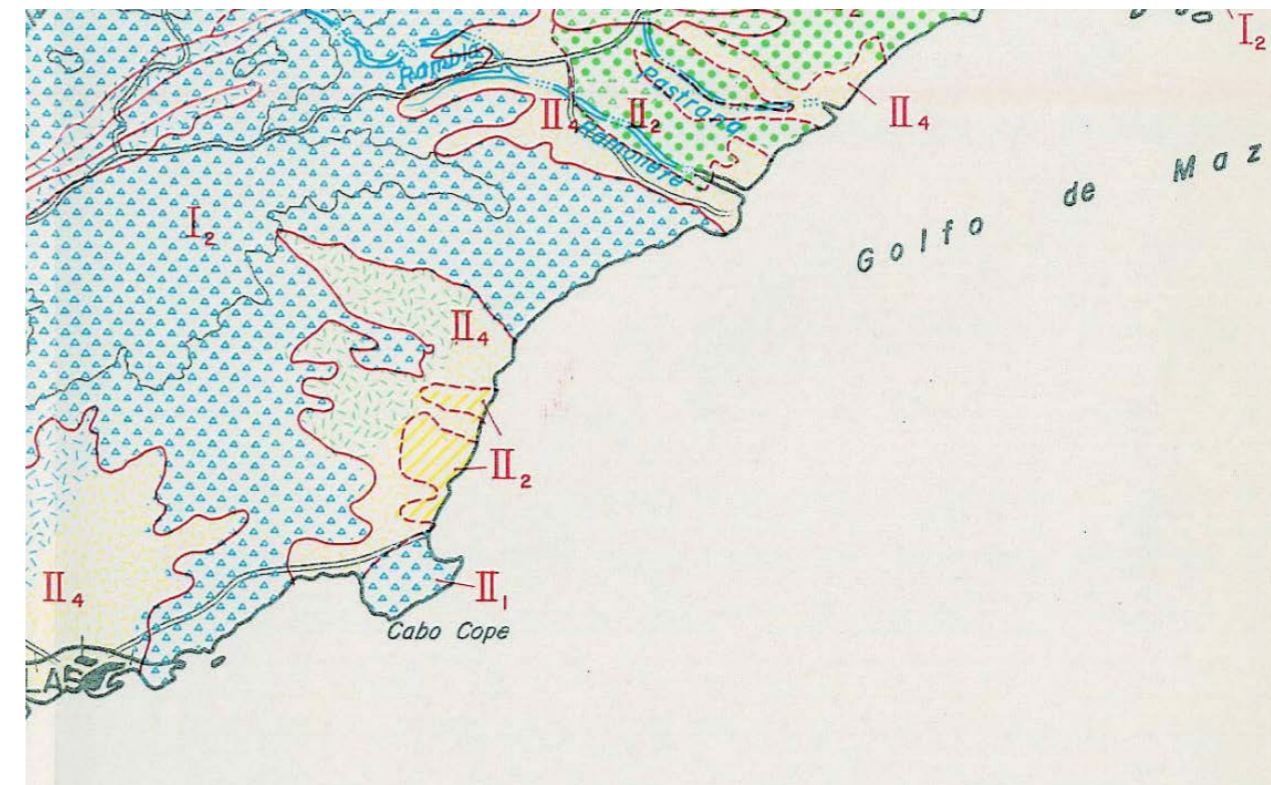


Figura 3. Extracto del Mapa Geotécnico IGME. Fuente: MAGNA.

LEYENDA			
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológico	Problemas de tipo Geotécnico (p.d)	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d)	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d)
Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d)	Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico		Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico
Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d)	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d)	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d)
			Litológicos y Geotécnicos (p.d)
			Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d)

Figura 4. Leyenda del Mapa Geotécnico IGME. Fuente: MAGNA.

Las zonas por las que discurre el trazado de la carretera son:

Zona II₂: Se sitúan tapizando todo el litoral costero desde Cabo de Palos hasta la localidad de Águilas. En general, aparecen bordeando, al norte y al sur, el Área I₁. Litológicamente está formada por una gran variedad de materiales, conglomerados, arenas, arcillas, calizas, cuarcitas, grauvacas, filitas, dolomías y micaesquistos, lo cual le confiere una morfología irregular con relieve que oscila de intermedia a montaña y pendientes que van desde el 7% a más del 30%.

El diferente comportamiento de sus materiales ante la erosión, conduce a la aparición de zonas inestables, dando como resultado al observar a ella numerosos fenómenos geodinámicos.

Los materiales se consideran, en pequeño, impermeables, teniendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su diaclasado y fisuración. El drenaje se realiza por escorrentía superficial, siendo poco acusada y pudiendo aparecer puntualmente zonas con problemas de drenaje.

Las características mecánicas se consideran favorables (capacidad de carga elevada e inexistencia de asentamientos), si bien, y de forma concreta (en la litología arcillosa) empeorarán sensiblemente y deberán efectuarse estudios más detallados para su perfecto conocimiento.

Zona II₄: Se corresponde con formas de relieve planas, estando formada por margas, margocalizas, calizas y dolomías, normalmente con coloraciones claras y desigual resistencia a

la erosión. Morfológicamente presentan relieves que oscilan de alomados a abruptos con pendientes topográficas que van desde el 7 al 15%. Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, teniendo (en grande) una cierta permeabilidad ligada al grado de tectonicidad y al diaclasado de sus materiales.

El drenaje, considerado como aceptable, se realiza por escorrentía superficial, no siendo normal la aparición de zonas con problemas de drenaje.

Las características mecánicas, se consideran favorables (capacidad de carga elevada e inexistencia de asentamientos) estando los únicos problemas ligados a la tectonización existente, que ha creado zonas con una inestabilidad elevada que puede influir desfavorablemente sobre cualquier realización de obra.

5. COMPROBACIONES GEOTÉCNICAS

5.1. ANÁLISIS CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

Tal y como sea mencionado con anterioridad, en la zona existen dos tipos de materiales, del terciario y cuaternario. En todos los casos, los desmontes se dan en las rocas terciarias y los terraplenes se dan sobre materiales del cuaternario.

El objetivo de este análisis es comprobar que las cargas que va a transmitir el terraplén pueden ser soportadas por el terreno. Para el cálculo, se plantea lo siguiente:

- Para calcular la carga transmitida por el terraplén, se ha escogido el terraplén más desfavorable, en este caso un terraplén de 8 m. Dicha carga se calcula como:

$$Q_{admisible} = H * \gamma_{relleno} = 8 * 20 = 160 \text{ kN}$$

Siendo:

H: Altura del terraplén más desfavorable.

$\gamma_{relleno}$: Peso específico del material de relleno del terraplén.

- Para obtener la capacidad portante del terreno, se debe aplicar la fórmula de Brinch Hansen a largo plazo:

$$q'_h = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \gamma^* \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

En este caso, se puede considerar la carretera como una zapata corrida en cuyo caso los factores de forma son iguales a 1. Las cargas se transmiten verticales y centradas, por lo que los factores de inclinación también toman el valor de 1.

Dado que estamos ante un suelo de carácter granular, el cálculo se realiza a largo plazo y por tanto la cohesión es nula.

Dicho esto, la formula quedaría de la siguiente manera:

$$q'_h = q' \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma^* \cdot B' \cdot N_\gamma$$

En donde:

$$N_q = \frac{1 + \operatorname{sen} \varphi}{1 - \operatorname{sen} \varphi} e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi'$$

$$q' = 1 \cdot \gamma_{\text{terreno}}$$

Al no disponer de ningún estudio geotécnico donde vengan reflejados ensayos de la roca que aflora en la zona de estudio, la profesora María Elvira Garrido de la Torre ha facilitado datos razonables para el tipo de terreno presente en la zona, extraídos de una bibliografía publicada en la Universidad de Chile denominada “Análisis de Propiedades Geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile”.

De dicha memoria se extrae el ángulo de rozamiento interno, tomando el valor más restrictivo del rango establecido.

Tabla 1. Ángulo de fricción. Fuente: Análisis de Propiedades Geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile.

Tabla 10. Comparación de rangos de Ángulo de Fricción en roca intacta entre otros autores y este trabajo.

Litología	Ángulo de Fricción [°] (Otros Autores) *	Ángulo de Fricción [°] (Este Trabajo)
Tobas	33-42	36-44
Andesitas	40-45	35,5-46
Granitos	45-58	42-48
Granodioritas	45-55	42,5-51
Dioritas	50-55	49,5-55,4
Areniscas	30-50	41
Conglomerados	35-44	38-49
Recristalizaciones (Cuarcita/Caliza)	40-55°/35-50	42,9°/36,5

*Autores: González de Vallejo, 2002; Geo5 FineSoftware.

Los valores tomados son:

	VALOR
φ	30°
γ	26 kN/m ³
B	7 m (ancho de la calzada)

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$q'_h = q' \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma^* \cdot B' \cdot N_\gamma = 26 \cdot 31,3981 + \frac{1}{2} \cdot 26 \cdot 7 \cdot 26,3255 = \mathbf{1544,35 \text{ KN}}$$

$$N_q = \frac{1 + \operatorname{sen} \varphi}{1 - \operatorname{sen} \varphi} e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi} = 31,3981$$

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi' = 26,3255$$

Por tanto, queda garantizado el coeficiente de seguridad frente al hundimiento (F_h):

$$F_h = \frac{q_h'}{q_{adm}} = \frac{1544,35}{160} = 9,6521 > 3$$

5.2. ASIENTOS

Los mayores terraplenes de la carretera se dan en material del cuaternario indiferenciado, que se caracteriza por poseer una capacidad portante elevada y capacidad de deformación muy baja. Además, como se trata de un material granular, la deformación (asientos) se producen mientras se está ejecutando la obra, luego no supone ningún problema ya que si por ejemplo se produjese un asiento de 10 cm (que se trata de un ejemplo excesivamente conservador) con añadir una capa de 10 cm de material granular en la parte superior del terraplén el problema quedaría solventado.

5.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

Como se ha explicado anteriormente, en la zona se observa la presencia de materiales del cuaternario indiferenciado y conglomerados y areniscas del terciario.

Se han analizado los lugares exactos de ubicación en donde se producirían los mayores desmontes y terraplenes en la carretera, con el fin de comprobar el tipo de material en el que se dan. En todos los casos, los desmontes se dan en las rocas terciarias y los terraplenes se producen sobre el conglomerado.

A continuación, se muestra una ortofoto donde se pueden ubicar una zona estudiada de desmonte de la carretera RM-D20, próxima a la zona de actuación, y otra del material en el que se producen los terraplenes de la zona.



Figura 5. Localización de las secciones observadas. (Fuente: Google Maps).

Como se observa en la siguiente imagen, el talud de desmonte en esta roca terciaria (areniscas y/o conglomerados) pueden ser verticales. Por tanto, en los puntos en donde el talud se va a ejecutar sobre el terciario conglomerados y areniscas, puede ser vertical dado que el conglomerado es una roca que no tiene familia de discontinuidades (no tiene plano de rotura), luego, la estabilidad de taludes queda completamente garantizada con un talud vertical.



Figura 6. Talud vertical de desmonte en las rocas terciarias en la zona. (Fuente: Google Maps).

En cuanto al talud de excavación en el material del cuaternario indiferenciado, hay que tener en cuenta que se trata de un material granular sin cohesión que no aguanta taludes verticales de más de 1 metro de altura y en ese caso el ángulo de inclinación máximo de ese talud tiene que ser el ángulo de rozamiento del material. El ángulo de rozamiento en este material oscilará en torno a los 36-38°, luego el talud que se recomienda dadas las características del material será aproximadamente de 2H/1,5V.

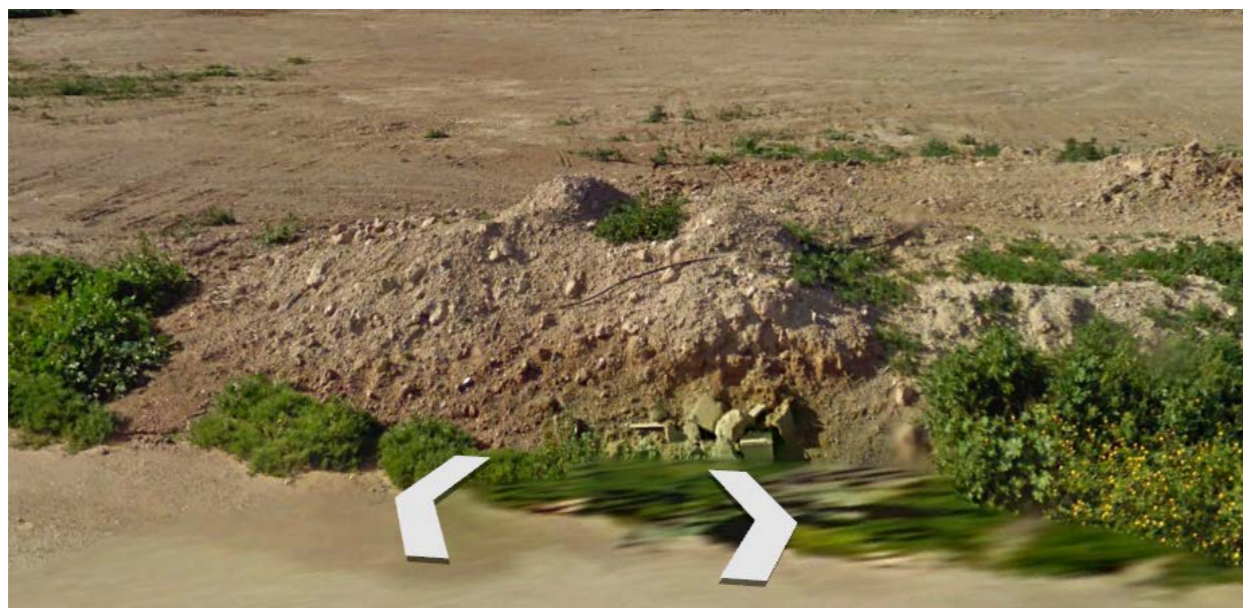


Figura 7. Material del cuaternario indiferenciado donde se sitúan los mayores terraplenes de la carretera. (Fuente: Google Maps).

6. PROCEDIMIENTO DE EXCAVABILIDAD

Una de las desventajas que presenta el material de conglomerados y areniscas del terciario de la zona es que la excavación es más dificultosa que en suelos y, por tanto, habrá que hacer uso de medios mecánicos no convencionales como por ejemplo ripadoras si el conglomerado tiene una resistencia baja, e incluso voladura si la resistencia es muy alta.

El criterio más comúnmente usado para valorar la ripabilidad de un terreno es mediante la velocidad de las ondas sísmicas. Los valores de velocidades sísmicas se extraen de la siguiente tabla:

Tabla 2. Valores obtenidos de la velocidad de las ondas P y S. Fuente: Análisis de Propiedades Geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile.

TABLA 1. Valores obtenidos de las velocidades de las ondas P y S (en el que especifica el tipo de adquisición) de las formaciones rocosas.

Descripción de las Unidades	Vp (km/s)	Vs (km/s)
Gneis (Asociación Sierra Nevada)	2,56(CB)	1,55(CP*)
Esquisto (Asociación Tostos)	3,07(CB)	1,98(CP**)
Pizarra (Asociación Mucuchachí)	2,29(SB)	1,49(SB)
Filita (Frm. Palmarito)	1,10(SB)	0,524(SB)
Conglomerado (Frm. Sabaneta)	0,79(CB) 0,87(SB)	0,469(CB) 0,638 (SB)
Conglomerado (Frm. La Quinta)	1,64(SB)	0,83(SB)
Arenisca (Frm. Aguardiente)	3,49(SB)	1,71(SB)
Calizas (Frm. La Luna)	1,66(CB)	1,06 (CB)
Arenisca (Frm. San Javier)	1,64(SB)	0,823(SB)

CB: medido con bloque, SB: medido sin bloque, CP*: Calculado con el coeficiente de Poisson a partir de medidas en laboratorio, CP**: Calculado con el coeficiente de Poisson de

Por tanto, en el siguiente gráfico se presenta los rangos de excavabilidad de los distintos tipos de rocas en función de la velocidad de las ondas P basados en un bulldozer D-10R.

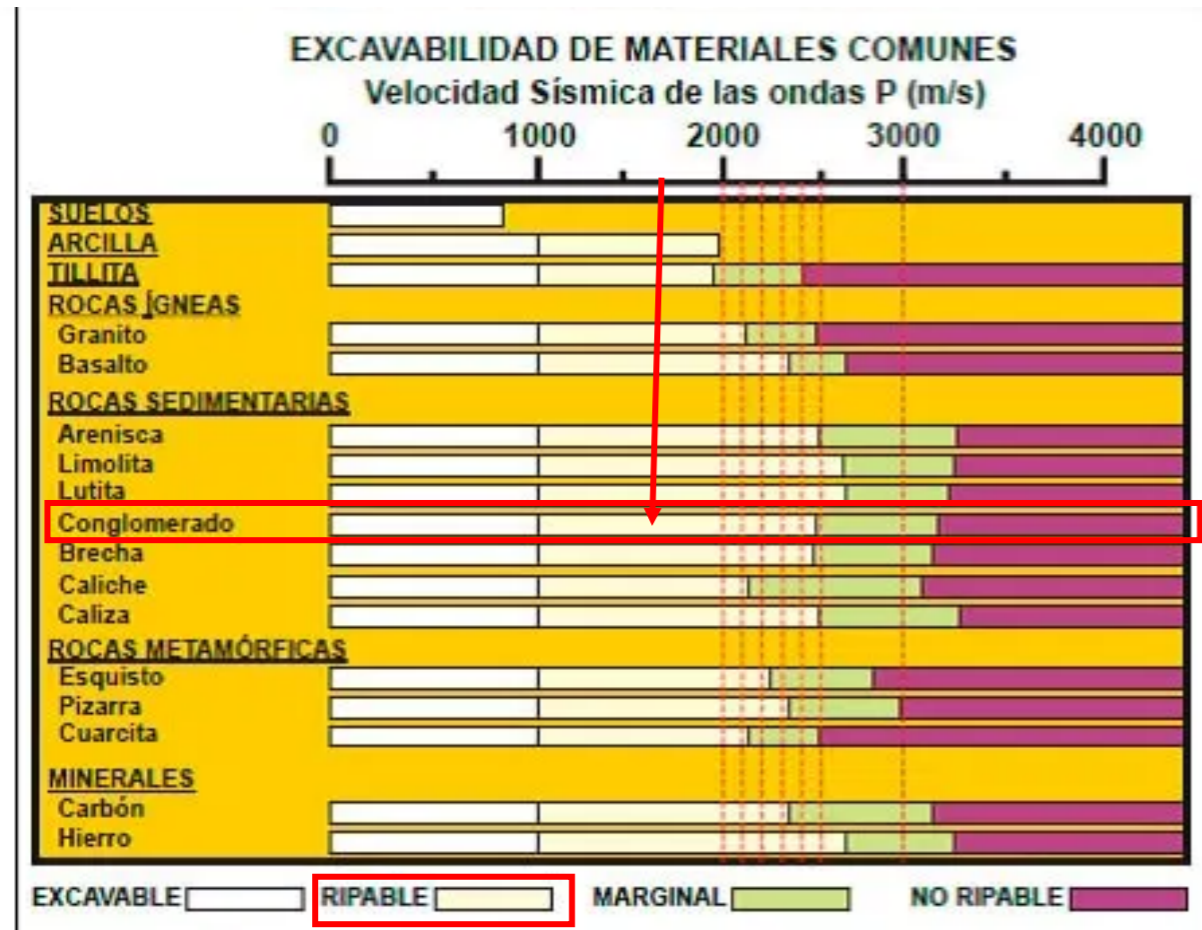


Figura 8. Excavabilidad de materiales comunes. Fuente: Geotechnical Engineering Techniques and Practices, Hunt, Roy e., McGraw-Hill Book Company, 1986.

Por lo tanto, según este criterio el tipo de material presente en la zona sería ripable.

Otro de los criterios más empleados para valorar la ripabilidad de un terreno es mediante el criterio de excavabilidad de Franklin (1974) el cual tiene en cuenta la resistencia de la roca matriz mediante la resistencia a compresión simple, resistencia a carga puntual o martillo de Smith frente al espaciamiento entre fracturas.

Este criterio está en función del RQD de la roca y de la Resistencia a Compresión Simple. En este caso el valor del RQD de la roca oscila entre 75 y 100. Los valores de la Resistencia a Compresión Simple se extraen de la siguiente tabla:

Tabla 3. Comparación de rangos de resistencia a la compresión simple. Fuente: Análisis de Propiedades Geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile.

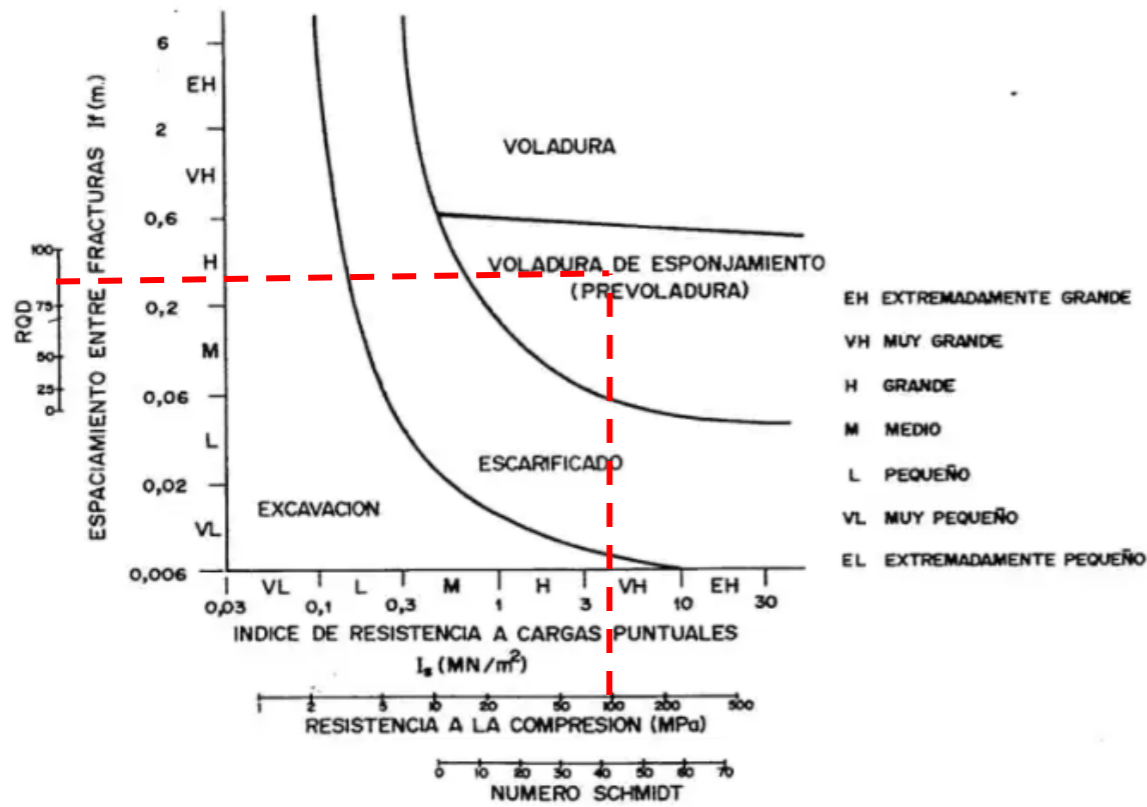
Tabla 9. Comparación de rangos de resistencia a la compresión simple en roca intacta entre otros autores y este trabajo.

Litología	UCS [Mpa] (Otros Autores) *	UCS [Mpa] (Este Trabajo)
Tobas	10-46	26-52
Andesitas	200-320	84-251
Granitos	170-230	0,4-196
Granodioritas	80-250	18-106
Dioritas	180-245	184-298
Lutitas	30-70	36-42
Areniscas	55-140	33-58
Conglomerados	50-200	20-182
Brechas	15-81	12-191
Recristalizaciones (Cuarcita/Caliza)	100-250/80-140	184/102

*Autores: González de Vallejo, 2002; Hoek & Brown, 1997; Kahraman, 2001; Chau & Wong, 1996.

El criterio clasifica los materiales en cuatro grandes grupos: excavación, escarificado, prevoladura y voladura. Cada uno definido por unos rangos de resistencia de la matriz rocosa y por otro del espaciamiento de las fracturas.

A continuación, puede verse en el gráfico el criterio de excavabilidad de Franklin. Tomando un valor medio en cada caso, se obtiene que el procedimiento de excavación adecuado según este criterio sería voladura de esponjamiento (prevoladura).



Criterio de excavabilidad de Franklin (1974)

Figura 8. Talud vertical de desmonte en las rocas terciarias en la zona. (Fuente: Google Maps).

7. CONCLUSIONES

En el presente anejo se lleva a cabo un análisis geológico y geotécnico del terreno de la zona de emplazamiento de la carretera objeto de estudio. Tras consultar el mapa geológico del IGME se comprueba que la carretera discurre por dos tipos de materiales diferenciados, extrayéndose las siguientes conclusiones:

- Los desmontes más significativos se dan en el material del terciario y los terraplenes más significativos en el material del cuaternario.
- El talud de desmonte soportado puede ser perfectamente uno vertical y el de terraplén sería aproximadamente un 2H/1,5V.

- Se comprueba satisfactoriamente que las cargas que va a transmitir el terraplén pueden ser soportadas por el terreno.
- No se producirán asientos significativos en el terreno.

No ha sido posible disponer de datos de campo ni ensayos de laboratorio del terreno. No obstante, se han estimado valores razonables a partir de bibliografías consultadas obteniendo los resultados que se desean, pese a que lo ideal sería disponer de un estudio geotécnico del suelo de la zona.

Anejo N°3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



1. INTRODUCCIÓN	3
2. CLIMATOLOGÍA	3
2.1. TEMPERATURA	3
2.2. PRECIPITACIONES	3
3. HIDROLOGÍA	4
3.1. ANÁLISIS ZONAS DE FLUJO PREFERENTE	4
3.2. DELIMITACIÓN DE CUENCAS	5
4. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO ANUAL	5
4.1. MÉTODO RACIONAL	5
4.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA	6
4.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA	7
4.4. COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA (C).....	9
4.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	11
4.6. CAUDAL DE AVENIDA (Q_T)	11



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudia la hidrología y climatología correspondiente al emplazamiento de la infraestructura. Para ello se recopilará y elaborarán datos que permitan conocer las condiciones climáticas e hidrológicas del entrono afectado.

El estudio de la climatología es esencial para poder establecer una correcta planificación del desarrollo del procedimiento constructivo.

Con el estudio hidrológico se determinará el caudal que afectará a la obra lineal. Con todo ello, se establecerán las bases para el cálculo y dimensionamiento de las obras de drenaje que serán necesarias en la obra lineal.

2. CLIMATOLOGÍA

En este apartado se estudiarán los diferentes parámetros básicos del clima. Para ello se recurre a la “guía resumida del clima en España 1981-2010” proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

2.1. TEMPERATURA

El clima de la zona es desértico cálido (BSH según la clasificación climática de Köppen). Las características de la zona son de elevada aridez debido a la escasez de precipitaciones.

Normalmente, en la zona se disfruta un clima cálido donde los inviernos suelen ser suaves y los veranos calurosos, con una temperatura media considerablemente elevada si se compara con el resto de la península. Predominan los vientos de levante procedentes del Mar Mediterráneo.

A continuación, se adjuntan las temperaturas medias anuales de los últimos 23 años, obtenidas del Centro Regional de Estadística de Murcia, según una de las estaciones meteorológicas ubicada en el municipio (Águilas Diputación).

Tabla 1. Temperaturas medias anuales. Fuente: CREM.

Año	Temperatura media anual
1997	20.43
1998	20.11
1999	20.02
2000	19.83
2001	19.98
2002	19.83
2003	19.80
2004	19.84
2005	19.55
2006	20.18
2007	20.07
2008	19.94
2009	20.18
2010	20.16
2011	20.48
2012	18.90
2013	19.93
2014	20.63
2015	19.77
2016	19.63
2017	19.59
2018	19.48
2019	19.48
2020	19.74

2.2. PRECIPITACIONES

En lo que respecta a las lluvias, se reparten en los meses de transición de temporada: otoño (octubre-noviembre-diciembre) y en primavera (marzo-abril-mayo). Además, también se puede llegar a producir un fenómeno característico del clima mediterráneo como es la gota fría, lloviendo de forma torrencial y provocando inundaciones.

A continuación, se muestran las precipitaciones media y máxima mensuales para el municipio de Águilas de los últimos 30 años, haciéndose referencia al año en que se produjo cada máxima.

Tabla 2. Precipitaciones media y máxima. Fuente: CREM.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
media	23.4	14.7	21.0	18.5	17.1	4.0	0.5	5.4	22.2	21.9	22.6	19.9
máxima	84.6	69.6	104.0	62.3	125.5	45.9	7.1	87.5	83.5	177.7	58.6	118.4
año	2006	1993	2009	2004	2006	1992	1989	2010	2015	1989	1989	2016

Además de conocer las precipitaciones medias y máximas en milímetros, para futuros cálculos hidrológicos, es de interés conocer la precipitación máxima diaria esperable, la cual se calcula más adelante.

3. HIDROLOGÍA

El estudio de hidrología permite estimar la lluvia de proyecto, intensidad de lluvia y caracterización de los suelos y parámetros físicos de las cuencas de la zona. Con ello, se pueden obtener los caudales de avenida y dimensionar las obras de drenaje transversal.

3.1. ANÁLISIS ZONAS DE FLUJO PREFERENTE

Para el análisis de las zonas inundables se debe recopilar información tales como mapas topográficos, información histórica de caudales o de precipitaciones (en el caso que no exista información sobre caudales) y secciones transversales de la zona.

En este caso, se ha recurrido al Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, que tiene por objeto establecer la organización y los procedimientos de actuación de los recursos y servicios públicos que intervienen frente a una emergencia por riesgo de inundaciones en la Región de Murcia.



Figura 1: Riesgo de inundación para un T=50 años. (Fuente: Página oficial del MITECO).

Próximo al emplazamiento de la carretera, se observa la rambla de Taray, que atraviesa la pedanía de Calabardina, pero no afecta a la zona de la carretera.

Pese que la Rambla de Taray no afecta al ámbito de la carretera, sí se observa en ella como quedaría afectada por el paso de cuatro pequeñas ramblas: la Rambla Elena, Rambla Gato, Rambla de la Galera y Rambla del Garrotillo.



Figura 2: Riesgo de inundación para un T=50 años. (Fuente: Página oficial del MITECO).

Son ramblas no incluidas del área de riesgo de inundación del visor del MITECO, pero pueden originarse “puntos conflictivos” en el paso de la carretera por estas ramblas. En el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, se definen algunos puntos conflictivos existentes relacionados con las ramblas citadas anteriormente, como:

- Intersección de la carretera D-20 (Mazarrón) por la rambla del Gato. (632085, 4150340)

- Intersección de la carretera D-14 (Águilas-Cuesta del Gos) por la rambla de Elena. (632735, 4148205).
- Intersección del ramal de la Rambla del Garrotillo con la carretera D-20. (633500, 4151280).

3.2. DELIMITACIÓN DE CUENCAS

La delimitación de las cuencas ha sido realizada con AutoCAD Civil 3D, trabajando con el modelo digital del terreno mediante la interpretación de las curvas de nivel y el uso de la herramienta “gota de agua”. La utilidad de gota de agua permite rastrear la ruta que sigue el agua a través de una superficie, dibujando una polilínea 2D que representa un caudal de agua y marca el punto inicial de la ruta, que resulta muy útil para el análisis de la escorrentía superficial.



Figura 3: Delimitación de las cuencas. (Fuente: Elaboración propia).

Se localizan un total de 6 cuencas que afectan al trazado de la carretera. La situación de dichas cuencas se muestra en la Figura 3.

De estas 6 cuencas, 4 de ellas coinciden con las 4 pequeñas ramblas que se han citado en el apartado anterior (ver Figura 2).

Se ha calculado para cada una de las cuencas el tiempo de concentración en horas a partir de los datos extraídos de Civil 3D. El tiempo de concentración es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que la superficie de la cuenca en su totalidad esté aportando escorrentía en el punto de desagüe.

El tiempo de concentración queda definido en la Instrucción 5.2- I.C “Drenaje Superficial”:

$$T_c = 0,3 * L^{0,76} * j^{-0,19}$$

Siendo:

T_c : Tiempo de concentración (h).

L : Longitud del cauce principal (km).

j : Pendiente media del cauce principal (m/m)

En la Tabla 3 se resumen las características físicas de las cuencas de captación numeradas de izquierda a derecha según su situación en la Figura 2.

Tabla 3. Parámetros característicos de las cuencas. (Fuente: Elaboración propia).

Cuenca	Área (km ²)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Elevación máxima (m)	Elevación mínima (m)	Tiempo de concentración (h)
1	0.3030	970.00	26.43	33.64	8	0.584601571
2	0.5961	1298.00	28.56	67.25	30.18	0.718816308
3	1.2776	1630.00	37.76	96.61	35.06	0.810487177
4	0.9255	1311.00	26.39	78.15	43.55	0.735223454
5	0.4436	895.00	32.76	91.42	62.1	0.527949016
6	0.3640	655.00	32.06	112.42	91.42	0.418146844

4. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO ANUAL

4.1. MÉTODO RACIONAL

El cálculo del caudal de cada cuenca se realizará mediante el método racional, tal y como se indica en el apartado 2.3. de la Instrucción 5.1. IC de “Drenaje superficial”, para cuencas

inferiores a 50 km² dentro del Levante y Sureste peninsular (regiones 72, 821 y 822) el caudal máximo anual se calculará mediante el método racional.

Siguiendo el método racional anteriormente mencionado, el caudal máximo anual (Q_T) correspondiente al periodo de retorno T se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I(T, t_c) \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q = Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (l/s).

C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

I= Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca (l/s.Ha).

A= Área de la cuenca o superficie considerada (Ha).

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

4.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

Para el cálculo de la precipitación máxima diaria se ha empleado el documento “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” publicado en 1999 por el Ministerio de Fomento.

El valor medio P de precipitación diaria máxima en el municipio de Águilas es de $P= 50$ mm/día y el coeficiente de variación $C_v=0,51$ tal y como se observa en la figura 4.

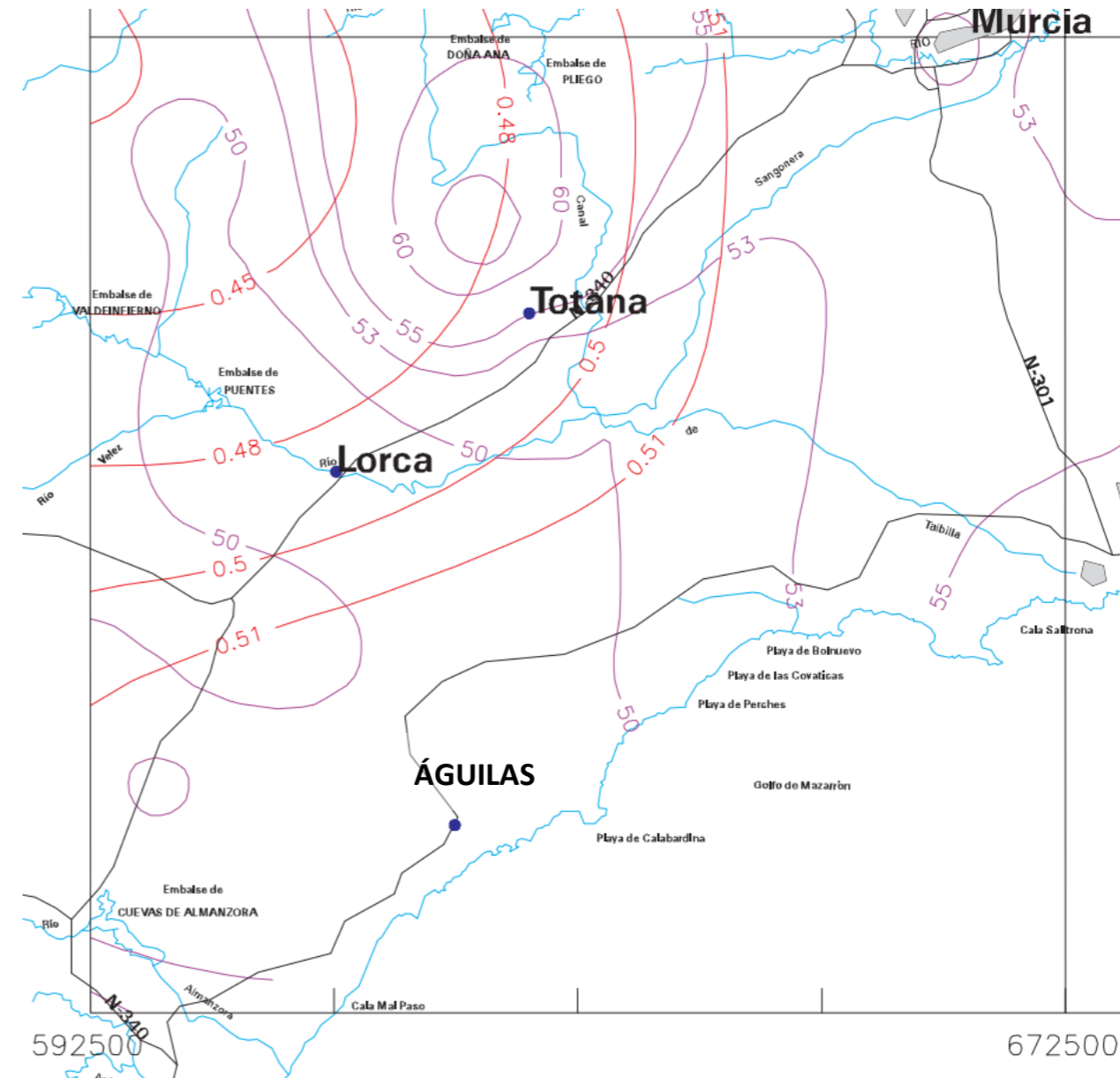


Figura 4: Mapa de isóneas C_v y P. (Fuente: *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*).

El factor de amplificación K_T se obtiene a partir de la tabla adjunta al documento “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*”. Se obtiene el valor del factor de amplificación para los periodos de retorno $T=25$ años y $T=100$ años.

Tabla 4. Periodo de retorno en años (Fuente: *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*).

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Finalmente, la precipitación máxima diaria en Águilas para un periodo de retorno de 25 y 100 años se obtiene multiplicando como el producto del correspondiente factor de amplificación por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual:

$$P_{25} = K_{25} \cdot P = 2,068 \cdot 50 = 103,4 \text{ mm/día}$$

$$P_{100} = K_{100} \cdot P = 2,815 \cdot 50 = 140,75 \text{ mm/día}$$

4.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

La intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t, se obtiene como:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

I (T, t): Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t (mm/h).

I_d: Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente a T (mm/h).

F_{int}: Factor de intensidad (adimensional).

La intensidad de precipitación corregida para un periodo de retorno considerado en el punto de desagüe de la cuenca, es la correspondiente a la duración del aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca. Dicha intensidad se obtiene como:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Siendo P_d la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T, anteriormente calculada.

Dependiendo del área de la cuenca, el factor reductor de la precipitación por área de cuenca, se obtiene como:

Si A < 1 km², k=1.

Si A > 1 km², la k_A = 1 - $\frac{\log_{10} A}{15}$

A continuación, se muestran los parámetros obtenidos y la intensidad media diaria corregida para cada cuenca:

Tabla 5. Intensidad media diaria (Fuente: Elaboración propia).

Cuenca	Área (km ²)	K _A	I _d (T=25 años)	I _d (T=100 años)
1	0.3030	1.00	4.3083	5.8646
2	0.5961	1.00	4.3083	5.8646
3	1.2776	0.99	4.2778	5.8230
4	0.9255	1.00	4.3180	5.8777
5	0.4436	1.00	4.3083	5.8646
6	0.3640	1.00	4.3083	5.8646

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. Esto depende de la torrencialidad del aguacero y del periodo de retorno T. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287-2.5287t^{0.1}}$$

$$F_b = k_b \cdot \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

El factor Fa viene representado en la gráfica de la Figura 5, en función del índice de torrencialidad. En este caso, la relación I_1/I_d del índice de torrencialidad se obtiene de la Figura 6.

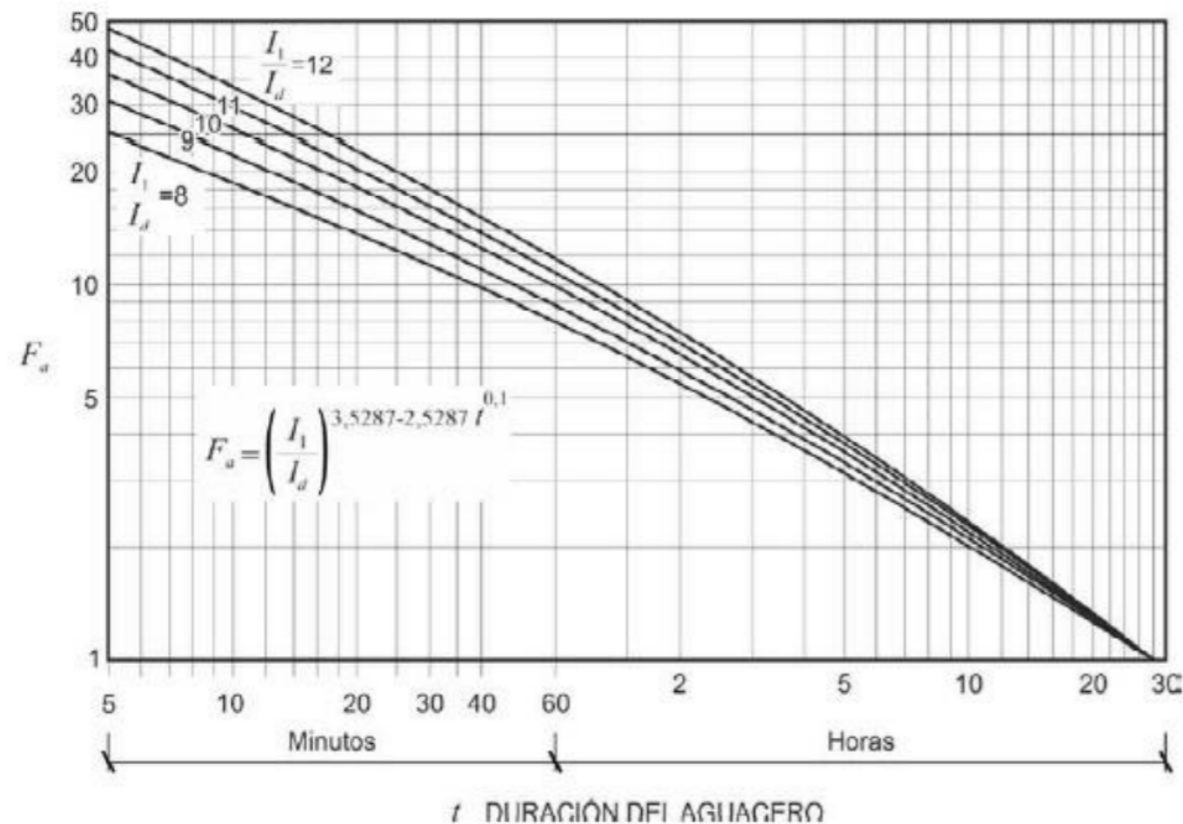


Figura 5: Factor Fa. (Fuente: Instrucción 5.2.-I.C).

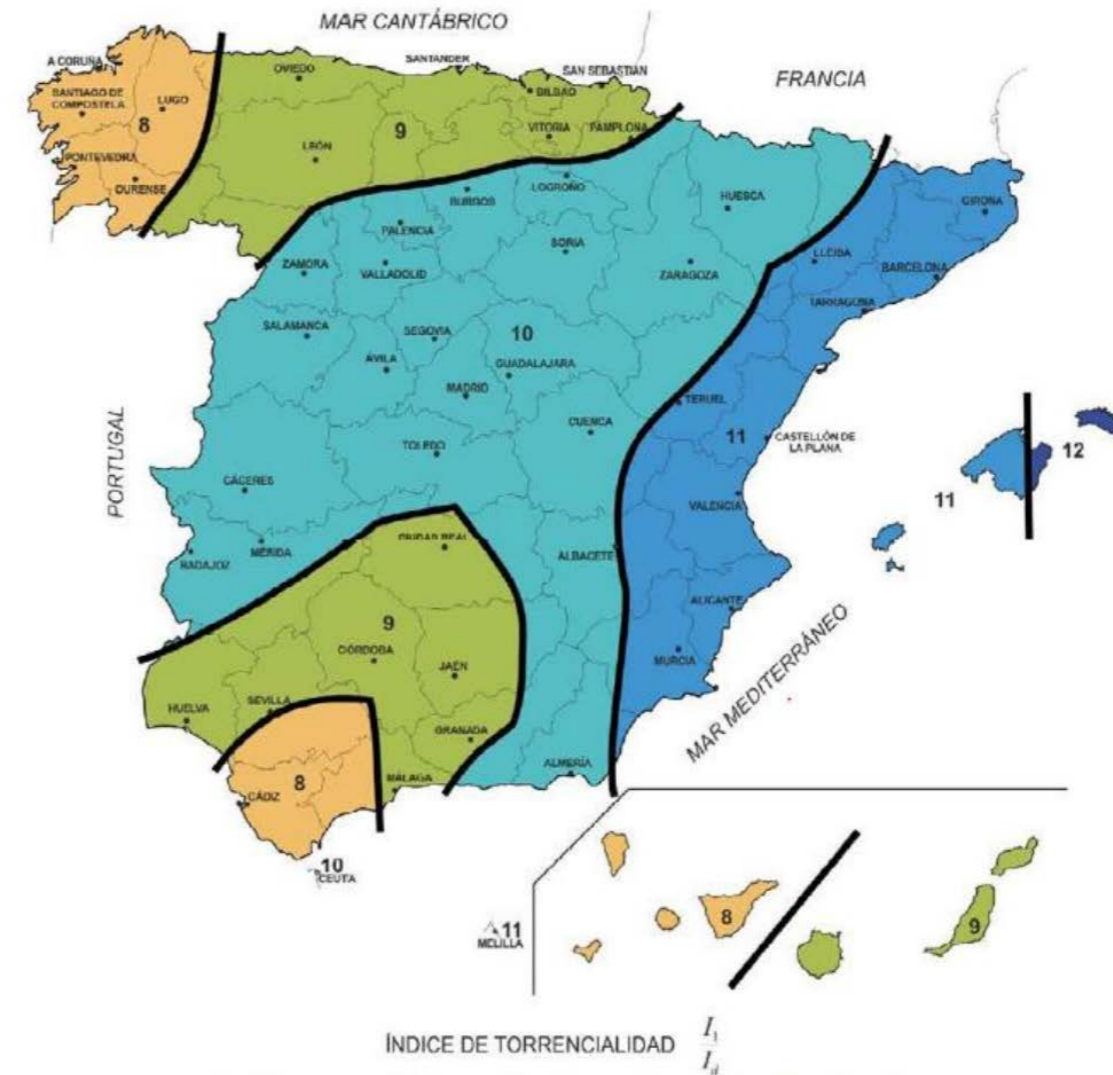


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_1/I_d)

Figura 6: Mapa de índice de torrencialidad. (Fuente: Instrucción 5.2.-I.C).

El factor Fb es obtenido a partir de las curvas IDF del pluviógrafo de la cuenca del Segura, próxima a la zona (Figura 7).

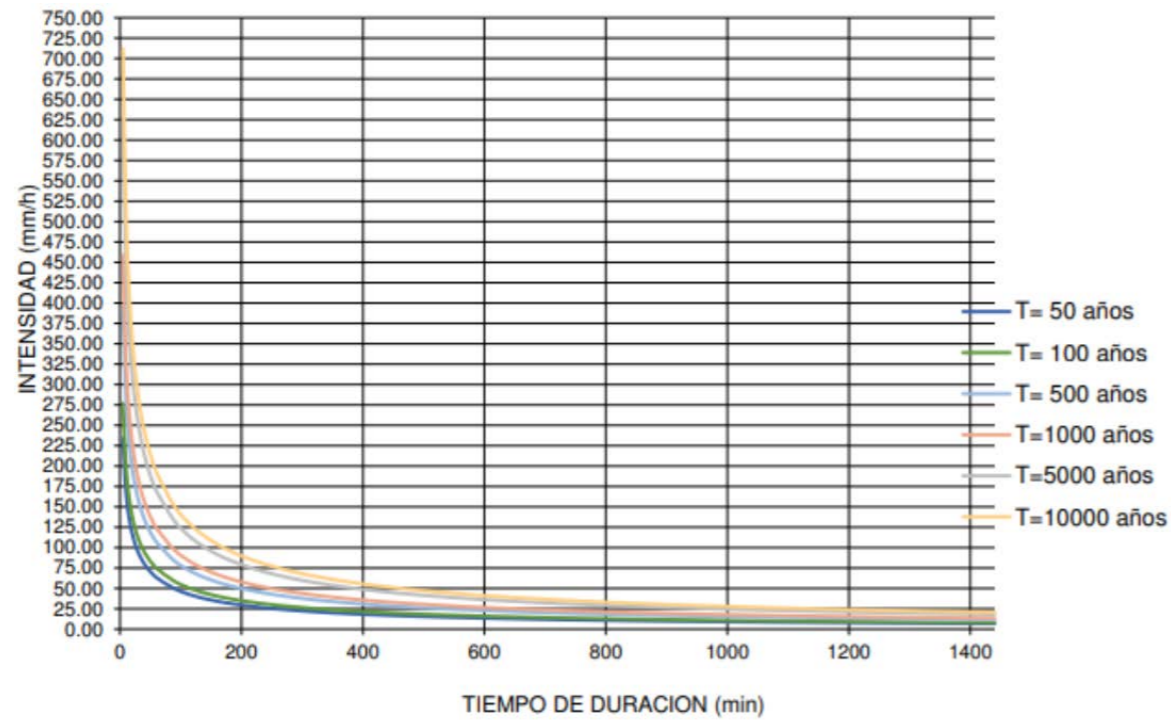


Figura 7: Curvas IDF Cuenca Hidrográfica del Segura. (Fuente: Instrucción 5.2.-I.C).

K_b es un factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un periodo de 24 horas y la intensidad máxima anual diaria. Se obtiene un valor de 1,13.

Por otro lado, los valores adoptados de las curvas IDF mostradas en la Figura 7 para los periodos de retorno 100 y 25 son:

$$I_{IDF} (25,24) = 4 \text{ mm/h}$$

$$I_{IDF} (100,24) = 10 \text{ mm/h}$$

A continuación, se muestran las intensidades de precipitación para cada cuenca con un periodo de retorno de 25 y 100.

Tabla 6. Intensidad media diaria para T=25 (Fuente: Elaboración propia).

Intensidades de precipitación T=25									
Cuenca	Área (km2)	Tc (h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	IDF(T,tc)	Fb	Fint	I(T,tc)
1	0.3030	0.585	1.00	4.308	15.10	35	9.89	15.10	65.06
2	0.5961	0.719	1.00	4.308	13.39	15	4.24	13.39	57.71
3	1.2776	0.810	0.99	4.278	12.48	10	2.83	12.48	53.38
4	0.9255	0.735	1.00	4.318	13.22	20	5.65	13.22	57.07
5	0.4436	0.528	1.00	4.308	16.01	15	4.24	16.01	68.97
6	0.3640	0.418	1.00	4.308	18.25	15	4.24	18.25	78.63

Tabla 7. Intensidad media diaria para T=100 (Fuente: Elaboración propia).

Intensidades de precipitación T=100									
Cuenca	Área (km2)	Tc (h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	IDF(T,tc)	Fb	Fint	I(T,tc)
1	0.3030	0.585	1.00	5.8646	15.10	80	9.04	15.10	88.57
2	0.5961	0.719	1.00	5.8646	13.39	60	6.78	13.39	78.55
3	1.2776	0.810	0.99	5.8230	12.48	40	4.52	12.48	72.66
4	0.9255	0.735	1.00	5.878	13.22	65	7.35	13.22	77.69
5	0.4436	0.528	1.00	5.8646	16.01	55	6.22	16.01	93.88
6	0.3640	0.418	1.00	5.8646	18.25	55	6.22	18.25	107.03

4.4. COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía define la parte de precipitación de intensidad $I(T,t)$ que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente se obtiene según la fórmula de cálculo de la Instrucción de drenaje superficial.

$$\text{Si } P_d \cdot k_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{p_d \cdot k_A}{p_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{p_d \cdot k_A}{p_0} + 23\right)}{\left(\frac{p_d \cdot k_A}{p_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot k_A > P_0 \quad C = 0$$

Donde:

P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno considerado.

k_A : Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía se calcula como $p_0 = p_0^i \cdot \beta$

Donde:

p_0^i (mm): Valor inicial del umbral de escorrentía.

Este valor depende del tipo de suelo. En este caso nos encontramos dentro del grupo B con un terreno arenoso-arcilloso. Este tipo de suelo se caracteriza por una infiltración moderada. Como uso del suelo, se identifica como “Espacios de vegetación escasa”, tomándose como valor 14 ya que todas las cuencas poseen una pendiente mayor del 3%.

β es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

- Para drenaje transversal en vías de servicio, ramales, cominos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos y drenaje de plataformas y márgenes:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

- Para drenaje transversal de la carretera:

$$\beta^{DT} = (\beta_m \cdot \Delta_{50}) \cdot F_T$$

Donde

β^{PM} (Adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares.

β^{DT} (Adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera.

β_m (Adimensional): Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

F_T (Adimensional): Factor función del periodo de retorno T.

Δ_{50} (Adimensional): Desviación respecto al valor medio. Intervalo de confianza correspondiente al 50%.

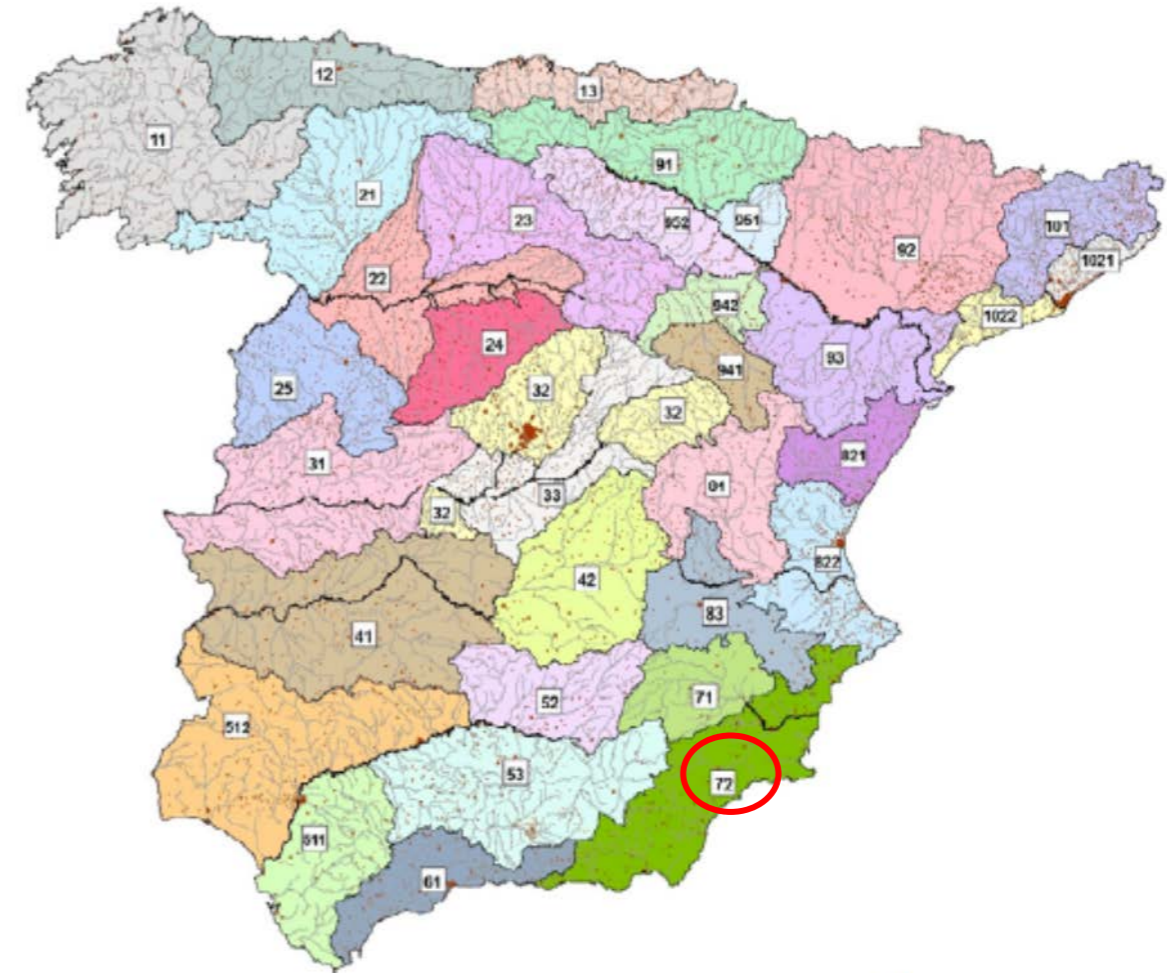


FIGURA 2.9.- REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Figura 8: Regiones para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. (Fuente: Instrucción 5.2.-I.C).

Tabla 8: Coeficiente corrector del umbral de escorrentía calibraciones regionales. (Fuente: Instrucción 5.2.-I.C).

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

En este caso, se obtiene el coeficiente medio de escorrentía a partir de la primera fórmula expuesta, ya que resulta el valor más desfavorable.

Tabla 9. Coeficiente medio de escorrentía $T=25$ (Fuente: Elaboración propia).

Coeficiente medio de escorrentía $T=25$						
Cuenca	Pendiente (%)	Poi (mm)	β^{PM}	β^{DT}	po	C
1	26.43	14	2.10	1.80	29.40	0.3167
2	28.56	14	2.10	1.80	29.40	0.3167
3	37.76	14	2.10	1.80	29.40	0.3144
4	26.39	14	2.10	1.80	29.40	0.3167
5	32.76	14	2.10	1.80	29.40	0.3167
6	32.06	14	2.10	1.80	29.40	0.3167

Tabla 10. Coeficiente medio de escorrentía $T=100$ (Fuente: Elaboración propia).

Coeficiente medio de escorrentía $T=100$						
Cuenca	Pendiente (%)	Poi (mm)	β^{PM}	β^{DT}	po	C
1	26.43	14	2.10	1.80	29.40	0.4222
2	28.56	14	2.10	1.80	29.40	0.4222
3	37.76	14	2.10	1.80	29.40	0.4198
4	26.39	14	2.10	1.80	29.40	0.4222
5	32.76	14	2.10	1.80	29.40	0.4222
6	32.06	14	2.10	1.80	29.40	0.4222

4.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente de uniformidad se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Tabla 11. Coeficiente de uniformidad (Fuente: Elaboración propia).

Cuenca	Área (km ²)	Tc (h)	kt
1	0.3030	0.585	1.04
2	0.5961	0.719	1.05
3	1.2776	0.810	1.05
4	0.9255	0.735	1.05
5	0.4436	0.528	1.03
6	0.3640	0.418	1.02

4.6. CAUDAL DE AVENIDA (Q_T)

Obtenidos todos los parámetros anteriores, ya se puede calcular los caudales de avenida resultantes para cada cuenca. A continuación, se muestra el resultado:

Tabla 12. Cálculo caudal de avenida para T=25 años. (Fuente: Elaboración propia).

Caudal de avenida (Qt) T=25					
Cuenca	I(T,tc)	C	Área (km2)	kt	Qt (m3/s)
1	65.06	0.3167	0.3030	1.04	1.795
2	57.71	0.3167	0.5961	1.05	3.163
3	53.38	0.3144	1.2776	1.05	6.266
4	57.07	0.3167	0.9255	1.05	4.862
5	68.97	0.3167	0.4436	1.03	2.775
6	78.63	0.3167	0.3640	1.02	2.577

Tabla 13. Cálculo caudal de avenida para T=100 años. (Fuente: Elaboración propia).

Caudal de avenida (Qt) T=100					
Cuenca	I(T,tc)	C	Área (km2)	kt	Qt (m3/s)
1	88.57	0.4222	0.3030	1.04	3.258
2	78.55	0.4222	0.5961	1.05	5.739
3	72.66	0.4198	1.2776	1.05	11.389
4	77.69	0.4222	0.9255	1.05	8.823
5	93.88	0.4222	0.4436	1.03	5.036
6	107.03	0.4222	0.3640	1.02	4.677

Anejo N°4: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



1. INTRODUCCIÓN	3
2. CONDICIONANTES	3
3. ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	4
3.1. DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	4
4. VALORACIÓN ALTERNATIVAS	7
4.1. MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)	7
4.2. CRITERIOS.....	8
4.2.1. CRITERIO ECONÓMICO.....	8
4.2.2. CRITERIO FUNCIONAL	9
4.2.3. CRITERIO DE SEGURIDAD VIAL	10
4.2.4. CRITERIO AMBIENTAL	12
4.3. EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS.....	12

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la realización de un estudio comparativo de las soluciones propuestas para identificar la que más se ajuste a nuestras necesidades.

Para ello, primero se han definido una serie de condicionantes (ya expuestos en el “Anejo N^o1 Antecedentes y Estado Actual”) para el diseño en planta de las alternativas. Antes de iniciar el diseño geométrico de cada una de las alternativas, se ha realizado en el programa Infracore de Autodesk un primer diseño de cada una de ellas, presentando las ventajas y desventajas respecto al resto. Posteriormente, se ha realizado en Civil 3D el diseño geométrico de las tres alternativas tal y como se expone en el “Anejo N^o5: Diseño Geométrico”, obteniendo la cubicación correspondiente a cada alternativa y pudiéndolas valorar económicamente.

Además del criterio económico, se exponen un total de 4 criterios que servirán para valorar cada alternativa, valorándolos método multiatributo Analytic Hierarchy Process (AHP), donde se establece una comparación entre pares de los criterios ponderándolos mediante una escala fundamental de comparación dando lugar a una matriz de comparación. Tras aplicar el criterio se obtiene una ponderación de las alternativas que permite la elección de la mejor alternativa.

2. CONDICIONANTES

Tal y como se ha explicado en el Anejo N^o1 Antecedentes y Estado Actual, se han definido una serie de condicionantes y objetivos a cumplir en el diseño de las alternativas propuestas.

Principalmente, la más restrictiva es salvaguardar las protecciones paisajísticas impuestas en el PGOU de Águilas y Lorca. Para ello, se han delimitado las protecciones en el programa Civil 3D para establecer el límite con el resto del terreno.



Figura 1: Protecciones paisajísticas. (Fuente: Elaboración propia en Civil 3D)

El objetivo principal es el diseño de una nueva vía en la zona para dar acceso a las playas pertenecientes a la Marina de Cope, mejorando la sección de la carretera existente y dándole continuidad.

Las playas principales a las que se dará acceso se citan a continuación de Sur a Norte:

1. Playa de la Ensanada de la Fuente.
2. Playa del Sombrero.
3. Playa del Hoyo.
4. Playa del Charco.
5. Playa del Rafal.
6. Playa de la Rambla de Elena.
7. Playa del Pocico del Animal
8. Cala del Pozo de las Huertas
9. Cala de los Abejorros.
10. Playa de la Galera.
11. Playa Larga.

12. Cala Blanca.

13. Playa de los Hierros.

Dada la existencia de protecciones paisajísticas y el alto valor ecológico y geomorfológico de la zona, se crearán caminos de tierra que bifurquen desde la carretera principal hasta llegar a la costa con el principal objetivo de preservar el estado natural del litoral y que todos los usuarios puedan acceder a las playas citadas de manera segura.

A continuación, se muestra una imagen donde se sitúan las playas y calas principales del litoral de la Marina de Cope. Las 5 más frecuentadas se marcan en color amarillo.



Figura 2: Playas y calas principales del litoral de la Marina de Cope. (Fuente: Elaboración propia)

3. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

3.1. DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se estudian un total de 4 posibles soluciones. Todas ellas tienen su inicio en el PK 3+219 de la carretera RM-D15 (donde finaliza la pedanía de Calabardina) y su fin en la intersección con la RM-D20.

ALTERNATIVA 0

La primera alternativa analizada consiste en no realizar ninguna actuación. Actualmente se puede recorrer la zona a partir del trayecto señalado en la Figura 3. Desde Calabardina se accede a partir de la carretera RM-D15. El tramo de la RM-D15 desde Calabardina a la Marina de Cope se observa en un estado de conservación desfavorable y con una sección escasa. Carece de arcenes y carril de peatones, lo que supone un peligro para los transeúntes que en verano pasean por la zona.

La RM-D15 facilita el acceso directo a las playas de la Ensanada Fuerte, del Sombrerico, del Hoyo, del Charco y del Rafa. Estos accesos se mantendrán en las tres alternativas propuestas.

La RM-D15 finaliza en su unión con la RM-D14. El acceso más próximo al litoral desde esta carretera, se realiza a través de un camino asfaltado en mal estado de conservación, que finaliza en su conexión con la carretera RM-D20. De este camino bifurca otro camino asfaltado que da acceso directo a Cala Blanca.

En definitiva, el vial existente en la zona está mal conservado y no está adaptado para el tránsito peatonal ni para el paso de ciclistas, siendo peligroso para estos usuarios que frecuentan la zona. De las 13 playas descritas, únicamente se podría acceder a 5 de ellas, en el resto el acceso resulta más complicado. Existen algunas sendas y caminos de tierra, algunas de ellas dentro de las propias ramblas, donde los usuarios acceden, pero no son seguras para los usuarios y no están habilitadas como tal para el paso.



Figura 3: Alternativa 0. (Fuente: Elaboración propia)

ALTERNATIVA 1

Tanto en esta alternativa como en las siguientes 2 alternativas se presenta una nueva propuesta de trazado en donde la traza de la nueva carretera discurre por un tramo existente de la RM-D15 que abarca entre los PK 3+219 (punto donde finaliza el pueblo de Calabardina) y PK 6+000, pero modificando el trazado en algunos de sus puntos cumpliendo así con la normativa actualmente vigente.

En esta alternativa se propone un diseño donde se reutiliza en la mayor medida de lo posible el trazado existente en la zona. Inicialmente la traza discurre por la RM-D15, hasta que deja de bordear al máximo la zona y comienza un nuevo diseño del trazado en la parte interior, donde nos aproximamos hasta 1,5 km más a la costa que si optásemos por el camino actualmente existente, pero respetando las protecciones paisajísticas.

En la Figura 4 se muestra la propuesta de trazado de la alternativa 2 y las conexiones de esta con las principales playas del litoral, así como los puntos de estacionamiento para vehículos que se habilitarían. En este caso únicamente se dispondrían de 2 accesos con su correspondiente zona de estacionamiento de vehículos desde la carretera principal que conectaría directamente con las playas del Rafal, Rambla Elena, Playa del Pocico del Animal y Pozo de las Huertas. Las últimas 5 playas no dispondrían de acceso directo desde la carretera principal, ya que la distancia es excesiva. Para acceder a estas playas se

habilitan distintas rutas bordeando la costa desde la Cala Pozo de las Huertas. Esto ralentiza considerablemente el tiempo de recorrido de las playas y no soluciona la problemática de acceso.



Figura 4: Alternativa 1. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 1: Accesos a playas en alternativa 1 (Fuente: Elaboración propia)

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 1	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas
*	Acceso a partir del Acceso Nº2 a las playas a partir de rutas bordeando la costa: - Cala de los Abejorros - Playa de la Galera - Playa Larga - Cala Blanca - Playa de los Hierros.

ALTERNATIVA 2

La segunda alternativa se desarrolla de tal forma que la traza de la carretera se interna aproximar en la mayor medida posible al litoral costero en la parte intermedia de la misma, con el objetivo de aumentar

su funcionalidad y que los tiempos de recorrido a cada playa sean los mínimos posibles. Se propone un nuevo trazado hasta que interseca con el segundo camino asfaltado que se cita en la alternativa 0, aprovechando la traza existente hasta su fin dado en la intersección con la RM-D20.

En la Figura 5 se muestra la propuesta de trazado de la alternativa 2 y las conexiones de esta con las principales playas del litoral, así como los puntos de estacionamiento para vehículos que se habilitarían. En este caso se proponen 4 accesos desde la carretera, en donde solo de habilitan 3 estacionamientos de vehículos dado que en el último de los casos se comprueba en la visita realizada que ya existe una zona habilitada y no se estima conveniente realizar actuación. En la siguiente tabla adjunta, se especifica el acceso a cada una de las playas.



Figura 5: Alternativa 2. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 2: Accesos a playas en alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia).

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 2	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas - Cala de los Abejorros
3	- Playa de la Galera - Playa Larga
4	Acceso directo desde la carretera principal - Cala Blanca - Playa de los Hierros

ALTERNATIVA 3

La alternativa tercera es, en su tramo intermedio, similar a la primera. La salvedad que presenta esta alternativa frente a la primera y segunda es que en este caso apenas se aprovecha secciones existentes en su tramo final, lo que supone una mayor cantidad de volumen de desmonte y terraplén. En este caso se propone continuar la traza de forma paralela al segundo camino asfaltado, cuya traza si se reutiliza en la alternativa 2. De esta forma se pretende mejorar el tiempo de recorrido que se tarda en acceder a la Playa de los Hierros.

Al igual que en el resto de alternativas, el fin de esta se da en su intersección con la carretera RM-D20.

En este caso se disponen un total de 4 accesos con sus correspondientes estacionamientos de vehículos. Los accesos a las playas se describen en la tabla adjunta.



Figura 6: Alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3: Accesos a playas en alternativa 3. (Fuente: Elaboración propia)

ACCESOS A PLAYAS ALTERNATIVA 3	
Nº acceso	Playas
1	- Playa del Rafal - Playa de la Rambla Elena
2	- Playa del Pocico del Animal - Cala del Pozo de las Huertas - Cala de los Abejorros
3	- Playa de la Galera - Playa Larga
4	- Cala Blanca - Playa de los Hierros

4. VALORACIÓN ALTERNATIVAS

4.1. MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

Para la elección de la alternativa más óptima, se escoge el método multiatributo Analytic Hierarchy Process (AHP), traducido al español como Proceso Analítico Jerárquico. AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, que suelen entrar en conflicto. Para que el método sea eficaz, es

fundamental escoger bien los criterios, los cuales deben estar muy bien definidos, ser relevantes y mutuamente excluyentes (independencia entre ellos).

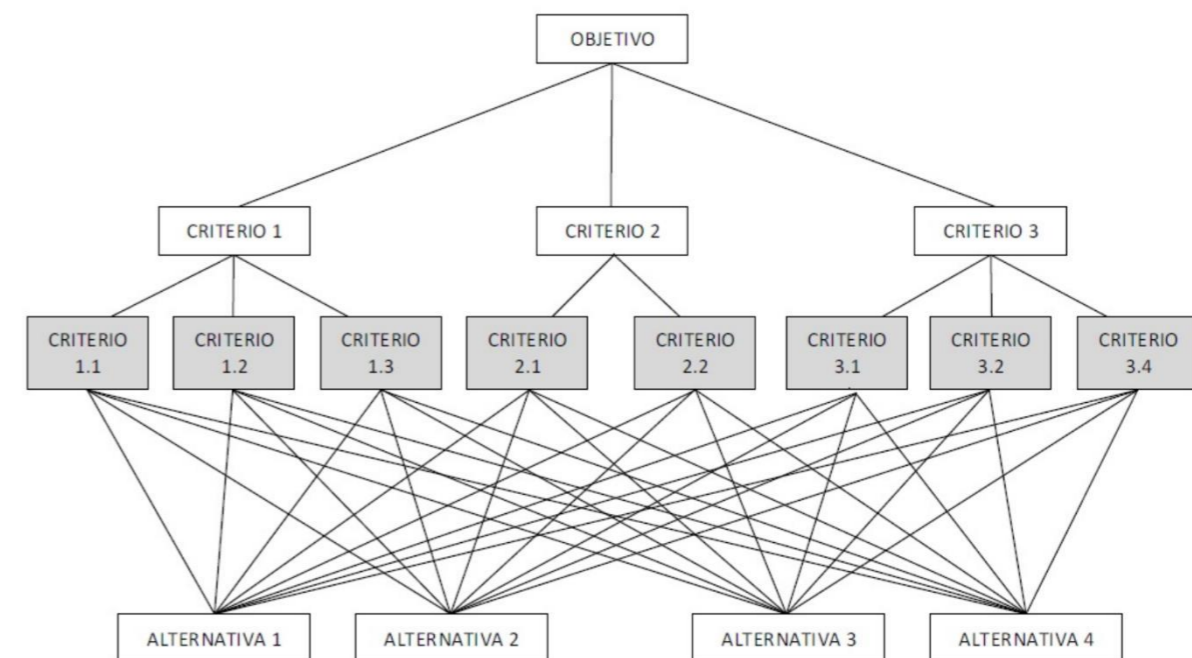


Figura 7: Ejemplo de estructura jerárquica. (Fuente: Blog de Víctor Yepes)

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental (Tabla 4). La clave del método, es usar esta escala de comparación entre pares, puesto que el cerebro humano está especialmente bien diseñado para comparar dos criterios o alternativas entre sí, pero menos cuando tiene que hacer comparaciones conjuntas. AHP utiliza una escala fundamental del 1 al 9 que ha sido satisfactoria en comprobaciones empíricas realizadas en situaciones reales muy diversas.

Tabla 4: Escala fundamental de comparación por pares (Fuente: Saaty, 1980)

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

4.2. CRITERIOS

En el método AHP es importante que el número de criterios escogidos en cada nivel no sea superior a 7, para evitar excesivas comparaciones. Por ello, para la evaluación de las cuatro alternativas se tendrán en cuenta los 4 criterios principales considerados de vital importancia en este caso. Los criterios son:

1. Criterio económico: Se estima el gasto económico que genera la ejecución de la obra atendiendo a las mediciones que se consideren más relevantes en ellas, como son los movimientos de tierras.
2. Criterio funcional: Se entiende por funcionalidad en este caso a minimizar en la mayor medida posible los tiempos de recorrido, siendo que la actuación ofrezca el mejor servicio a los usuarios.
3. Criterio de Seguridad vial: Mediante un modelo de consistencia se estimarán el número esperado de accidentes víctimas en 10 años en cada alternativa partiendo del parámetro de consistencia C y la exposición al riesgo (volumen de tráfico y longitud del tramo de carretera)
4. Criterio ambiental (Impacto ambiental): Se valorará positivamente que las alternativas propuestas sean respetuosas con el medio ambiente.

4.2.1. CRITERIO ECONÓMICO

1.1.1. CRITERIO ECONÓMICO

La valoración del criterio económico se realiza estimando el presupuesto inicial atendiendo al movimiento de tierras que genera cada alternativa, ya que se considera la medición más representativa del coste económico que supondría la obra. Para poder valorarlas, se modelan las tres alternativas mediante el programa Civil 3D, donde se han determinado los volúmenes de desmonte y terraplén a ejecutar, en la traza de las tres alternativas, sin tener en cuenta los movimientos producidos en las intersecciones.

Para el cálculo de la cubicación de cada alternativa, se ha utilizado la herramienta de “Centro de controles de volúmenes” de Civil 3D, que permite obtener el volumen de desmonte (m³), terraplén (m³) y neto (m³) que muestra la diferencia entre el volumen de desmonte y el volumen de terraplén. De esta forma se ha podido obtener el volumen neto de material a llevar a vertedero o a adquirir a préstamo.

Tabla 5: Cálculo de cubicación (m³)

	Volumen de desmonte	Volumen de terraplen	Volumen neto
Alternativa 1	161952.89	102723.99	59228.9
Alternativa 2	126366.14	117858.68	8507.46
Alternativa 3	170222.41	96778.19	73444.22

Una vez obtenida la cubicación de cada alternativa, se han valorado cada una de ellas teniendo en cuenta la base de precios de referencia de la DGT:

Tabla 6: Precios unitarios (m³)

	PRECIO (€/m ³)
Excavación en desmonte	2.35
Relleno terraplén	1.09
Material de préstamo	4.41
Transporte de material excedente	0.24

El valor umbral de coste excesivo se fija en una cuantía de 1.000.000€ y el mínimo coste se establece en 0€. Los valores obtenidos para cada alternativa son los siguientes:

Tabla 7: Estimación coste y valoración (m³)

	Excavación en desmonte	Relleno terraplén	Material de préstamo	Transporte de material	Estimación coste	VALORACIÓN
Alternativa 1	380,589.29 €	111,969.15 €	-	14,214.94 €	506,773.38 €	0.51
Alternativa 2	137,739.09 €	128,465.96 €	-	2,041.79 €	268,246.84 €	0.27
Alternativa 3	400,022.66 €	105,488.23 €	-	17,626.61 €	523,137.50 €	0.52

4.2.2. CRITERIO FUNCIONAL

Para evaluar este criterio, se han calculado los tiempos de recorrido, estudiando el tiempo que invertiría un usuario en acceder a las 13 playas descritas en el apartado 2. *CONDICIONANTES* del presente anejo.

Se han excluido del cálculo las cuatro primeras playas, puesto que su acceso es el mismo para la Alternativa 0 y las tres alternativas propuestas.

Mediante el programa InfraWorks, se ha realizado una estimación de la longitud de los trayectos para acceder a cada playa en cada una de las alternativas. Se ha diferenciado por un lado la longitud que se realizaría por carretera y la longitud realizada por los caminos de tierra. Se obtienen los siguientes valores:

Tabla 8: Distancia recorrida al acceder a cada playa desde cada alternativa (Fuente: Elaboración propia)

	Alternativa 0		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	km carretera	km caminos	km carretera	km caminos	km carretera	km caminos	km carretera	km caminos
5. Playa del Rafal	2.82	0.20	2.82	0.20	2.82	0.20	2.82	0.20
6. Playa de la Rambla de Elena	2.82	0.88	3.23	0.38	3.30	0.62	3.22	0.63
7. Cala Pozo de las Huertas	5.92	2.50	4.92	2.54	5.91	0.31	4.86	1.23
8. Cala de los Abejorros	5.92	4.00	4.92	3.00	5.91	0.60	4.86	1.68
9. Playa de la Galera	10.65	2.30	7.10	1.50	5.91	1.40	7.10	0.73
10. Playa Larga	10.65	0.70	10.89	0.70	8.57	0.80	7.30	0.46
11. Cala Blanca	10.65	0.10	10.89	0.10	10.18	0.10	8.66	0.10
12. Playa de los Hierros	10.65	1.00	10.89	1.00	9.94	1.00	8.39	1.20

Tomando una velocidad tipo de 40 km/h para vehículos y 5 km/h para peatones, se obtienen los siguientes valores de tiempos de recorrido:

Tabla 9: Tiempos de recorrido (Fuente: Elaboración propia)

	Tiempo de acceso (minutos)			
	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
5. Playa del Rafal	2.65	2.65	2.65	2.65
6. Playa de la Rambla de Elena	5.91	3.76	4.96	4.96
7. Cala Pozo de las Huertas	15.55	15.13	5.01	8.82
8. Cala de los Abejorros	22.75	17.35	6.43	10.98
9. Playa de la Galera	17.43	11.46	10.27	7.74
10. Playa Larga	9.75	9.90	8.98	6.59
11. Cala Blanca	6.87	7.02	6.59	5.68
12. Playa de los Hierros	11.19	11.34	10.76	10.79

Dado que algunas playas poseen un mayor interés y son más transitadas que otras, se ponderan algunas de ellas con un índice amplificador

Tabla 10: Coeficiente amplificador del tiempo de recorrido para cada playa (Fuente: Elaboración propia)

	Coeficiente amplificador
5. Playa del Rafal	1
6. Playa de la Rambla de Elena	1.2
7. Cala Pozo de las Huertas	1.3
8. Cala de los Abejorros	1
9. Playa de la Galera	1
10. Playa Larga	1
11. Cala Blanca	1.5
12. Playa de los Hierros	1

Para la valoración de cada alternativa, se establece un valor umbral de tiempo máximo de 2 horas (120 minutos) y el mínimo coste se establece en 0 minutos. Los valores obtenidos para cada alternativa son los siguientes:

Tabla 11: Valoración tiempos de recorrido (Fuente: Elaboración propia)

	Tiempo de acceso (minutos)			
	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
5. Playa del Rafal	2.65	2.65	2.65	2.65
6. Playa de la Rambla de Elena	7.10	4.51	5.95	5.95
7. Cala Pozo de las Huertas	20.22	19.67	6.52	11.47
8. Cala de los Abejoros	22.75	17.35	6.43	10.98
9. Playa de la Galera	17.43	11.46	10.27	7.74
10. Playa Larga	9.75	9.90	8.98	6.59
11. Cala Blanca	10.31	10.52	9.88	8.52
12. Playa de los Hierros	11.19	11.34	10.76	10.79
TOTAL	101.41	87.39	61.44	64.69
VALORACIÓN	0.85	0.73	0.51	0.54

4.2.3. CRITERIO DE SEGURIDAD VIAL

La valoración de la seguridad vial se ha llevado a cabo mediante un modelo de consistencia. El objetivo de la consistencia de diseño geométrico de carreteras es garantizar que sus usuarios no se vean sorprendidos a lo largo de la misma, es decir, se trata de conseguir que los conductores se encuentren a lo largo de la carretera con lo que ellos se esperan a partir de sus expectativas.

De entre todos los modelos de consistencia definidos, se ha usado el programa *Perfil v85* creado por el profesor Francisco Javier Camacho Torregrosa donde se aplica el Modelo de Consistencia de Camacho-Torregrosa (2015). Este modelo está compuesto por dos variables operacionales: la velocidad de operación media (\overline{V}_{85}) y la tasa de deceleración media (\overline{d}_{85}):

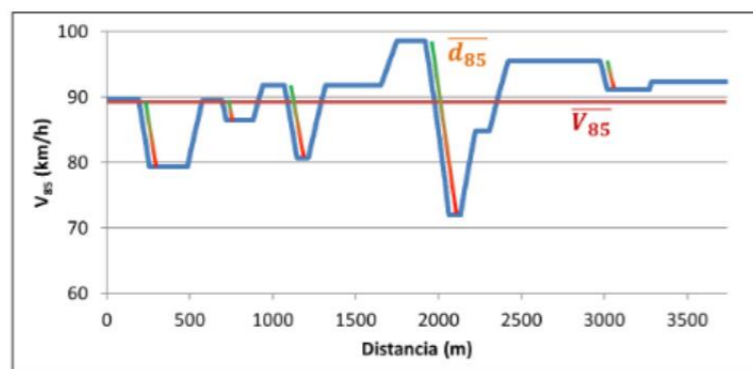


Figura 8: Variables operacionales del modelo de consistencia de Camacho-Torregrosa (2015).

El modelo queda definido a partir del siguiente parámetro de consistencia:

$$C = \frac{\sqrt[3]{\overline{V}_{85}}}{\sqrt{\overline{d}_{85}}}$$

Donde:

C: Parámetro de consistencia ($s^{1/3}$)

\overline{V}_{85} : Velocidad de operación media (m/s).

\overline{d}_{85} : Deceleración media (m/s^2).

Los umbrales de consistencia definidos son los siguientes:

Tabla 12: Modelo de consistencia global de Camacho-Torregrosa (2015).

Buena	Aceptable	Pobre
$C \geq 3,25 s^{1/3}$	$2,55 s^{1/3} \leq C < 3,25 s^{1/3}$	$C < 2,55 s^{1/3}$

Finalmente, el método establece una expresión que permite estimar el número esperado de accidentes víctimas en 10 años en un tramo de carretera partiendo del parámetro de consistencia C y la exposición al riesgo (volumen de tráfico y longitud del tramo de carretera):

$$Y_{i,10} = e^{-4,26225} \cdot L^{1,13196} \cdot IMD^{0,85298} \cdot e^{-0,6574 \cdot C}$$

Donde:

$Y_{i,10}$: Accidentes con víctima estimados en 10 años.

IMD: Intensidad media diaria de tráfico (veh/día).

L: Longitud del segmento de carretera homogéneo (km).

C: Parámetro de consistencia de Camacho-Torregrosa (2015).

Se ha obtenido el perfil de velocidad de operación de las tres alternativas propuestas. A modo de ejemplo se muestra el perfil de velocidad de operación correspondiente a la alternativa 2, con sus 3 tramos:

Tramo 1 Alternativa 2

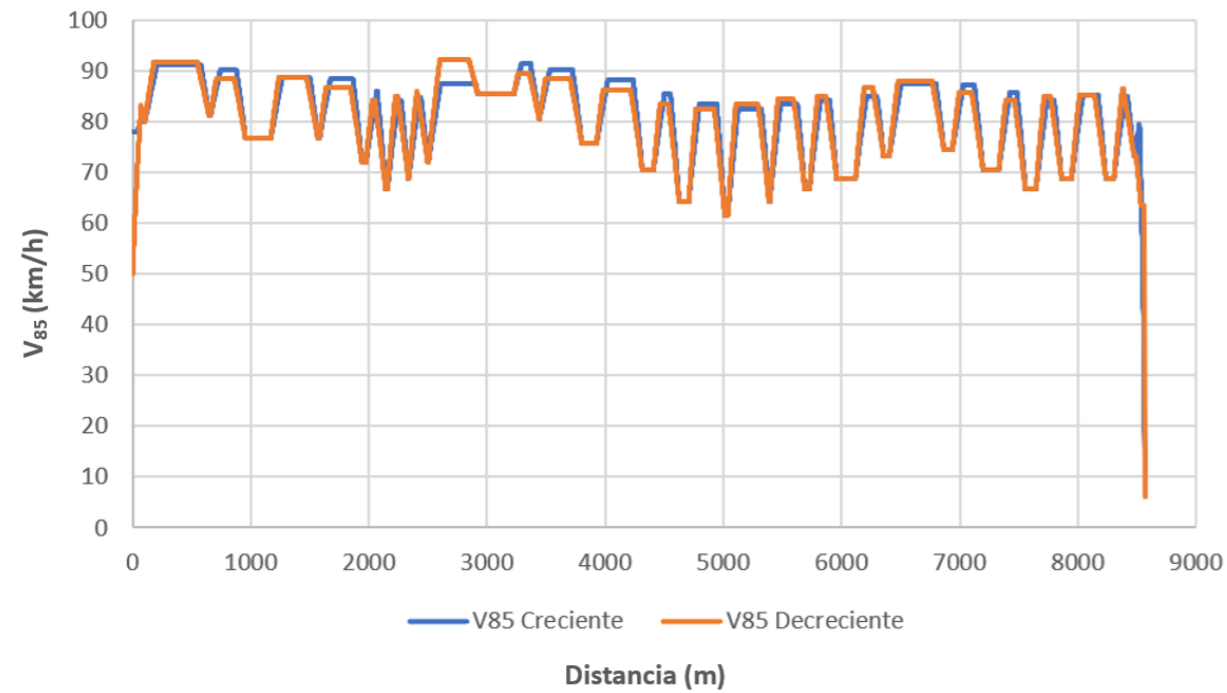


Figura 9: Perfil de velocidad de operación Tramo 1 Alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia).

Tramo 2 Alternativa 2

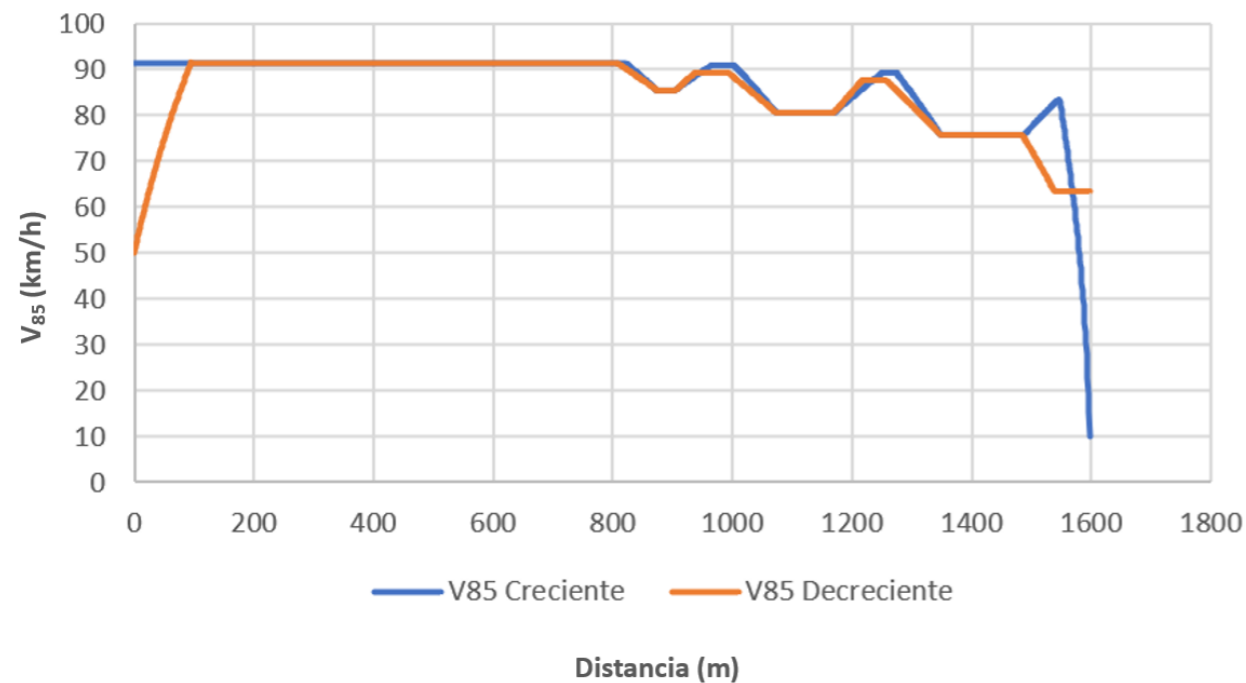


Figura 10: Perfil de velocidad de operación Tramo 2 Alternativa 2. (Fuente: Elaboración propia).

Tramo 3 Alternativa 2

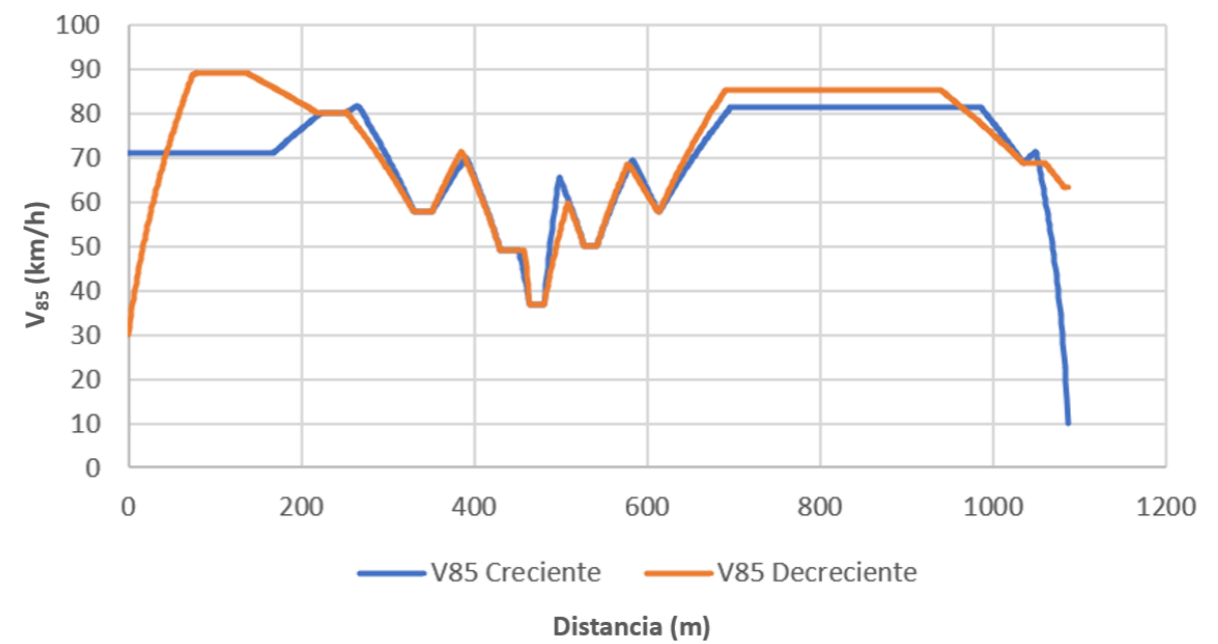


Figura 11: Perfil de velocidad de operación Tramo 3 Alternativa 2. (Fuente: Elaboración propia).

Finalmente, se han obtenido el parámetro de consistencia y el número de accidentes con víctima esperados en 10 años que permite estimar el nivel de seguridad vial en cada una de las 3 alternativas propuestas. Destacar que, no se ha podido valorar la alternativa 0 con este método ya que la fórmula que se emplea es aplicable a carreteras razonales y en este caso existen algunos tramos que se corresponden con caminos de tierra que alteran la fiabilidad de la fórmula. Teniendo en cuenta que la actual carretera no cumple con los criterios de diseño establecidos por la normativa vigente y que se encuentra en un estado deficiente, se considerará en la evaluación de las alternativas a esta alternativa la más desfavorable desde el punto de vista de la seguridad vial.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 13: Consistencia y nº de accidentes estimados en 10 años (Fuente: Elaboración propia)

	Parámetro de consistencia (s ¹ /3)	Clasificación de la consistencia	Nº Accidentes en 10 años
Alternativa 1	2.57	Aceptable	7.53
Alternativa 2	2.28	Pobre	8.98
Alternativa 3	2.30	Aceptable	8.51

4.2.4. CRITERIO AMBIENTAL

Para la valoración del criterio ambiental se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en el *Anejo N°9: Estudio de Impacto Ambiental* en donde se desarrolla un estudio de impacto ambiental que permite conocer y evaluar el impacto ambiental, tanto positiva como negativamente, en cada una de las etapas de construcción y explotación de la infraestructura para cada una de las alternativas planteadas.

Para la valoración de cada alternativa, se ha establecido una matriz causa-efecto que permite una cuantificación del impacto utilizando índices de calidad ambiental. A continuación, se muestra la media del impacto correspondiente a la componente ambiental para cada alternativa:

Tabla 14: Impacto componente ambiental (Fuente: Elaboración propia)

	Impacto componente ambiental
Alternativa 0	-863.2
Alternativa 1	-884.35
Alternativa 2	-736.4
Alternativa 3	-926.8

Según los resultados obtenidos, la Alternativa 2 sería la que menor valor negativo presenta, frente al resto, con una puntuación de -736,4. La alternativa 3, sin embargo, presenta el mayor valor negativo con un -926,8 de puntuación.

4.3. EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, la evaluación de las alternativas se realizará mediante el método Analytic Hierarchy Process (AHP). A continuación, se define la estructura jerárquica que se seguirá en este caso:

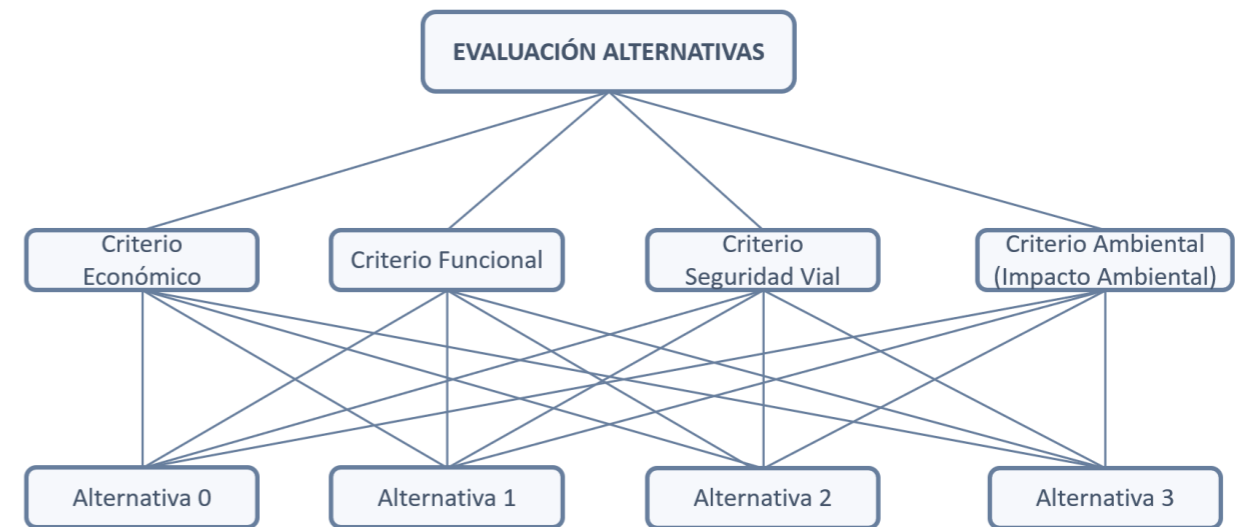


Figura 12: Estructura jerárquica. (Fuente: Elaboración propia)

Primero que todo, se realiza una comparación entre pares de los 4 criterios propuestos. Para que la valoración de los criterios sea lo más objetiva posible, se ha realizado una pequeña encuesta para que expertos en la materia puedan evaluar los criterios. Se han obtenido un total de 22 respuestas. Todas las respuestas se adjuntan en el *“Anexo: Respuestas Encuestas a expertos”* del presente anejo. A continuación, se adjunta la encuesta a expertos realizada:

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO										CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL										CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL										CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL										CRITERIO AMBIENTAL

Figura 13: Encuesta a expertos. (Fuente: Elaboración propia)

La escala fundamental de valores de comparación por pares que se establece se adjunta a continuación:

Tabla 15: Escala de valores de comparación (Fuente: Elaboración propia)

IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante
1	3	5	7	9

Se crea una matriz de comparación con cada encuesta obtenida de los expertos, en donde se calcula el vector propio y el ratio de consistencia, que debe ser siempre inferior al 9% para que se verifique la consistencia de la matriz.

A modo de ejemplo, se adjunta la matriz de comparación correspondiente al encuestado N°22:

Tabla 16: Matriz de comparación obtenida del resultado del encuestado N°22. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO	CRITERIO FUNCIONAL	SEGURIDAD VIAL	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO ECONÓMICO	1/1	1/3	1/5	3
CRITERIO FUNCIONAL	3	1/1	1	3
CRITERIO SEGURIDAD VIAL	5	1	1/1	3
CRITERIO AMBIENTAL	1/3	3	3	1/1

A continuación, se muestra una tabla con los vectores propios obtenidos para cada resultado encuestado y si cumplen o no el criterio de consistencia:

Tabla 17: Vectores propios de cada encuestado y cumplimiento de consistencia. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO	CRITERIO FUNCIONAL	SEGURIDAD VIAL	CRITERIO AMBIENTAL	
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°1	0.0409	0.1450	0.5442	0.2698	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°2	0.0665	0.3112	0.2785	0.3439	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°3	0.2886	0.5042	0.1494	0.0579	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°4	0.0997	0.1348	0.6482	0.1173	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°5	0.0521	0.5016	0.3339	0.1124	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°6	0.0174	0.2986	0.2902	0.3938	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°7	0.0378	0.1062	0.3063	0.5498	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°8	0.0543	0.2107	0.1838	0.5513	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°9	0.0568	0.1582	0.5803	0.2047	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°10	0.1464	0.1291	0.4509	0.2736	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°11	0.0597	0.2175	0.1881	0.5347	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°12	0.1051	0.1029	0.5345	0.2575	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°13	0.0665	0.2785	0.3439	0.3112	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°14	0.1777	0.1579	0.3015	0.3015	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°15	0.2598	0.0902	0.6050	0.0450	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°16	0.1069	0.1579	0.5255	0.2098	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°17	0.0760	0.0760	0.6570	0.1911	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°18	0.0478	0.1189	0.5527	0.2806	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°19	0.0956	0.2867	0.3943	0.2234	SI CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°20	0.0521	0.1892	0.5931	0.1657	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°21	0.0945	0.1220	0.6168	0.1667	NO CUMPLE CONSISTENCIA
VECTOR PROPIO ENCUESTADO N°22	0.1582	0.2594	0.3031	0.2794	NO CUMPLE CONSISTENCIA

De las 22 matrices resultantes de las respuestas de las encuestas a expertos, sólo en ocho de ellas el ratio de consistencia es inferior al 9% y queda verificada la consistencia. Para el cálculo del vector propio final, se desestimarán las encuestas restantes que no cumplen dicho criterio de consistencia y se calculará como el promedio de las ocho que sí lo cumplen:

Tabla 18: Promedio y desviación típica de los 8 vectores propios tomados para el cálculo. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO	CRITERIO FUNCIONAL	SEGURIDAD VIAL	CRITERIO AMBIENTAL
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº2	0.0665	0.3112	0.2785	0.3439
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº8	0.0543	0.2107	0.1838	0.5513
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº9	0.0568	0.1582	0.5803	0.2047
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº11	0.0597	0.2175	0.1881	0.5347
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº13	0.0665	0.2785	0.3439	0.3112
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº16	0.1069	0.1579	0.5255	0.2098
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº17	0.0760	0.0760	0.6570	0.1911
VECTOR PROPIO ENCUESTADO Nº19	0.0956	0.2867	0.3943	0.2234
PROMEDIO	0.0728	0.2121	0.3939	0.3213
DESVIACIÓN TÍPICA	0.0178	0.0743	0.1672	0.1377

	VECTOR PROPIO
CRITERIO ECONÓMICO	0.0728
CRITERIO FUNCIONAL	0.2121
SEGURIDAD VIAL	0.3939
CRITERIO AMBIENTAL	0.3213

El siguiente paso a seguir es la construcción de las matrices de comparación de las alternativas entre sí en función de cada criterio y calcular los vectores propios de cada matriz. La valoración realizada para cada criterio en el apartado 4.2. CRITERIOS del presente anejo servirá para poder establecer dichas matrices de comparación.

A continuación; se muestran las 4 matrices resultantes y sus vectores propios:

Tabla 20: Matriz de comparación de alternativas en función del criterio económico. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO			
	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 0	1/1	7	5	7
ALTERNATIVA 1	1/7	1/1	1/3	1/1
ALTERNATIVA 2	1/5	1/3	1/1	3
ALTERNATIVA 3	1/7	1/1	1/3	1/1

Tabla 21: Matriz de comparación de alternativas en función del criterio funcional. (Fuente: Elaboración propia)

La desviación típica aporta información sobre la fiabilidad del resultado obtenido. Finalmente, se obtiene el vector propio final que se corresponde con la denominada Matriz Ponderación de Criterios:

Tabla 19: Matriz Ponderación de Criterios. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO FUNCIONAL			
	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 0	1/1	1/3	1/7	1/5
ALTERNATIVA 1	3	1/1	1/5	1/3
ALTERNATIVA 2	7	5	1/1	1/1
ALTERNATIVA 3	5	3	1/1	1/1

Tabla 22: Matriz de comparación de alternativas en función del criterio seguridad vial. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO SEGURIDAD VIAL			
	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 0	1	1/7	1/3	1/5
ALTERNATIVA 1	7	1/1	5	3
ALTERNATIVA 2	3	1/5	1/1	1/3
ALTERNATIVA 3	5	1/3	3	1/1

Tabla 23: Matriz de comparación de alternativas en función del criterio ambiental. (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO AMBIENTAL			
	ALTERNATIVA 0	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 0	1	1	1/3	5
ALTERNATIVA 1	1	1/1	1/3	3
ALTERNATIVA 2	3	3	1/1	7
ALTERNATIVA 3	1/5	1/3	1/7	1/1

Los vectores propios de las alternativas por cada criterio forman una matriz 4x4 denominada Matriz de Vectores Propios de Alternativas por Criterio. Multiplicando dicha matriz por el vector correspondiente a la ponderación de los criterios se obtiene un vector columna final que indica el peso de cada alternativa y que permite elegir cual es la mejor de todas.

Tabla 24: Matriz de Vectores Propios de Alternativas por Criterio (izquierda) y Matriz Ponderación de criterios (derecha). (Fuente: Elaboración propia)

	CRITERIO ECONÓMICO	CRITERIO FUNCIONAL	SEGURIDAD VIAL	CRITERIO AMBIENTAL
ALTERNATIVA 0	0.685390493	0.058138272	0.055285491	0.217496272
ALTERNATIVA 1	0.082914803	0.125300327	0.565009054	0.188055697
ALTERNATIVA 2	0.148779902	0.453219368	0.11750425	0.534726515
ALTERNATIVA 3	0.082914803	0.363342032	0.262201206	0.059721517

CRITERIO ECONÓMICO	0.0728
CRITERIO FUNCIONAL	0.2121
CRITERIO SEGURIDAD VIAL	0.3939
CRITERIO AMBIENTAL	0.3213

Tabla 25: Ponderación de las alternativas. (Fuente: Elaboración propia)

PONDERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	
ALTERNATIVA 0	0.1539
ALTERNATIVA 1	0.2959
ALTERNATIVA 2	0.3447
ALTERNATIVA 3	0.2056

Finalmente, se obtiene que la Alternativa 2 es la mejor alternativa en función de los 4 criterios y de la importancia de estos criterios, con una ponderación del 34,47%, seguida de la Alternativa 1 con un 29,59%. La no actuación es la peor opción en este caso, con un 15,39%.



ANEXO I: ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES



1. ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES ALTERNATIVA 1

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+050.17m	50.165m		
2	Clotoide	0+050.17m	0+102.80m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+102.80m	0+105.67m	2.871m	190.000m	
4	Clotoide	0+105.67m	0+158.30m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+158.30m	0+569.04m	410.741m		
6	Clotoide	0+569.04m	0+626.66m	57.619m		110.000m
7	Curva circular	0+626.66m	0+637.02m	10.358m	210.000m	
8	Clotoide	0+637.02m	0+694.64m	57.619m		110.000m
9	Recta	0+694.64m	0+901.01m	206.371m		
10	Clotoide	0+901.01m	0+955.01m	54.000m		90.000m
11	Curva circular	0+955.01m	1+167.35m	212.342m	150.000m	
12	Clotoide	1+167.35m	1+221.35m	54.000m		90.000m
13	Recta	1+221.35m	1+525.60m	304.253m		
14	Clotoide	1+525.60m	1+579.60m	54.000m		90.000m
15	Curva circular	1+579.60m	1+589.74m	10.140m	150.000m	
16	Clotoide	1+589.74m	1+643.74m	54.000m		90.000m
17	Recta	1+643.74m	1+894.24m	250.496m		
18	Clotoide	1+894.24m	1+945.37m	51.136m		75.000m
19	Curva circular	1+945.37m	1+969.72m	24.344m	110.000m	
20	Clotoide	1+969.72m	2+020.86m	51.136m		75.000m
21	Recta	2+020.86m	2+120.24m	99.388m		
22	Clotoide	2+120.24m	2+165.24m	45.000m		60.000m
23	Curva circular	2+165.24m	2+173.32m	8.074m	80.000m	
24	Clotoide	2+173.32m	2+218.32m	45.000m		60.000m
25	Recta	2+218.32m	2+292.60m	74.278m		
26	Clotoide	2+292.60m	2+339.54m	46.944m		65.000m
27	Curva circular	2+339.54m	2+340.69m	1.146m	90.000m	
28	Clotoide	2+340.69m	2+387.63m	46.944m		65.000m
29	Recta	2+387.63m	2+449.09m	61.458m		
30	Clotoide	2+449.09m	2+500.22m	51.136m		75.000m
31	Curva circular	2+500.22m	2+501.98m	1.760m	110.000m	
32	Clotoide	2+501.98m	2+553.12m	51.136m		75.000m
33	Recta	2+553.12m	2+873.40m	320.280m		
34	Clotoide	2+873.40m	2+943.48m	70.083m		145.000m
35	Curva circular	2+943.48m	3+214.89m	271.404m	300.000m	
36	Clotoide	3+214.89m	3+284.97m	70.083m		145.000m
37	Recta	3+284.97m	3+599.89m	314.915m		
38	Clotoide	3+599.89m	3+657.50m	57.619m		110.000m
39	Curva circular	3+657.50m	3+685.39m	27.889m	210.000m	

40	Clotoide	3+685.39m	3+743.01m	57.619m		110.000m
41	Recta	3+743.01m	3+974.30m	231.286m		
42	Clotoide	3+974.30m	4+025.44m	51.136m		75.000m
43	Curva circular	4+025.44m	4+078.70m	53.269m	110.000m	
44	Clotoide	4+078.70m	4+129.84m	51.136m		75.000m
45	Recta	4+129.84m	4+362.31m	232.466m		
46	Clotoide	4+362.31m	4+409.25m	46.944m		65.000m
47	Curva circular	4+409.25m	4+475.10m	65.850m	90.000m	
48	Clotoide	4+475.10m	4+522.05m	46.944m		65.000m
49	Recta	4+522.05m	4+653.03m	130.981m		
50	Clotoide	4+653.03m	4+699.97m	46.944m		65.000m
51	Curva circular	4+699.97m	4+748.74m	48.766m	90.000m	
52	Clotoide	4+748.74m	4+795.68m	46.944m		65.000m
53	Recta	4+795.68m	5+317.15m	521.472m		
54	Clotoide	5+317.15m	5+462.15m	145.000m		208.567m
55	Curva circular	5+462.15m	5+590.41m	128.255m	300.000m	
56	Clotoide	5+590.41m	5+735.41m	145.000m		208.567m
57	Recta	5+735.41m	5+844.65m	109.242m		
58	Clotoide	5+844.65m	5+954.65m	110.000m		151.987m
59	Curva circular	5+954.65m	6+106.94m	152.293m	210.000m	
60	Clotoide	6+106.94m	6+216.94m	110.000m		151.987m
61	Recta	6+216.94m	6+296.49m	79.544m		
62	Clotoide	6+296.49m	6+350.49m	54.000m		90.000m
63	Curva circular	6+350.49m	6+436.70m	86.207m	150.000m	
64	Clotoide	6+436.70m	6+490.70m	54.000m		90.000m
65	Recta	6+490.70m	6+561.30m	70.609m		
66	Clotoide	6+561.30m	6+612.44m	51.136m		75.000m
67	Curva circular	6+612.44m	6+727.94m	115.503m	110.000m	
68	Clotoide	6+727.94m	6+779.08m	51.136m		75.000m
69	Recta	6+779.08m	6+848.83m	69.746m		
70	Clotoide	6+848.83m	6+895.77m	46.944m		65.000m
71	Curva circular	6+895.77m	6+963.60m	67.828m	90.000m	
72	Clotoide	6+963.60m	7+010.54m	46.944m		65.000m
73	Recta	7+010.54m	7+509.18m	498.637m		
74	Clotoide	7+509.18m	7+579.26m	70.083m		145.000m
75	Curva circular	7+579.26m	7+810.41m	231.144m	300.000m	
76	Clotoide	7+810.41m	7+880.49m	70.083m		145.000m
77	Recta	7+880.49m	8+121.17m	240.677m		
78	Clotoide	8+121.17m	8+176.29m	55.125m		105.000m
79	Curva circular	8+176.29m	8+292.43m	116.138m	200.000m	
80	Clotoide	8+292.43m	8+347.56m	55.125m		105.000m
81	Recta	8+347.56m	8+536.94m	189.388m		
82	Clotoide	8+536.94m	8+588.55m	51.607m		85.000m



83	Curva circular	8+588.55m	8+590.24m	1.686m	140.000m	
84	Clotoide	8+590.24m	8+641.84m	51.607m		85.000m
85	Recta	8+641.84m	8+675.70m	33.858m		
86	Curva circular	8+675.70m	8+729.97m	54.267m	112.791m	
87	Recta	8+729.97m	8+791.39m	61.423m		
88	Curva circular	8+791.39m	8+823.43m	32.033m	50.000m	
89	Recta	8+823.43m	8+831.96m	8.537m		
90	Curva circular	8+831.96m	8+871.32m	39.354m	50.000m	
91	Recta	8+871.32m	8+897.16m	25.849m		
92	Curva circular	8+897.16m	8+931.70m	34.537m	50.000m	
93	Recta	8+931.70m	8+937.02m	5.315m		
94	Clotoide	8+937.02m	8+983.96m	46.944m		65.000m
95	Curva circular	8+983.96m	9+024.93m	40.971m	90.000m	
96	Clotoide	9+024.93m	9+071.88m	46.944m		65.000m
97	Recta	9+071.88m	9+343.89m	272.011m		
98	Clotoide	9+343.89m	9+390.83m	46.944m		65.000m
99	Curva circular	9+390.83m	9+394.46m	3.626m	90.000m	
100	Clotoide	9+394.46m	9+441.40m	46.944m		65.000m
101	Recta	9+441.40m	9+455.03m	13.627m		

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	-0+000.00m	0+060.21m	60.207m	2.91%	0
2	Convexo	0+060.21m	0+148.62m	88.414m		24.184
3	Recta	0+148.62m	1+051.97m	903.349m	-0.74%	0
4	Cóncavo	1+051.97m	1+141.14m	89.169m		106.612
5	Recta	1+141.14m	2+948.31m	1807.170m	0.29%	0
6	Cóncavo	2+948.31m	3+215.64m	267.327m		77.831
7	Recta	3+215.64m	3+722.37m	506.736m	3.53%	0
8	Convexo	3+722.37m	3+978.20m	255.831m		74.431
9	Recta	3+978.20m	4+277.26m	299.053m	0.09%	0
10	Cóncavo	4+277.26m	4+586.98m	309.720m		157.274
11	Recta	4+586.98m	5+374.56m	787.580m	2.06%	0
12	Convexo	5+374.56m	5+712.58m	338.026m		69.619
13	Recta	5+712.58m	5+875.61m	163.028m	-2.79%	0
14	Cóncavo	5+875.61m	6+149.44m	273.826m		44.863
15	Recta	6+149.44m	7+528.68m	1379.244m	3.31%	0
16	Convexo	7+528.68m	7+831.16m	302.479m		104.841
17	Recta	7+831.16m	8+363.89m	532.734m	0.42%	0
18	Cóncavo	8+363.89m	8+726.34m	362.443m		56.164
19	Recta	8+726.34m	9+455.03m	728.693m	6.88%	0

2. ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES ALTERNATIVA 2

2.1. ALTERNATIVA 2 TRAMO 1

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+046.75m	46.748m		
2	Clotoide	0+046.75m	0+099.38m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+099.38m	0+102.67m	3.286m	190.000m	
4	Clotoide	0+102.67m	0+155.30m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+155.30m	0+589.75m	434.455m		
6	Clotoide	0+589.75m	0+647.37m	57.619m		110.000m
7	Curva circular	0+647.37m	0+658.99m	11.617m	210.000m	
8	Clotoide	0+658.99m	0+716.61m	57.619m		110.000m
9	Recta	0+716.61m	0+900.63m	184.026m		
10	Clotoide	0+900.63m	0+954.63m	54.000m		90.000m
11	Curva circular	0+954.63m	1+170.24m	215.607m	150.000m	
12	Clotoide	1+170.24m	1+224.24m	54.000m		90.000m
13	Recta	1+224.24m	1+514.19m	289.952m		
14	Clotoide	1+514.19m	1+568.19m	54.000m		90.000m
15	Curva circular	1+568.19m	1+581.35m	13.158m	150.000m	
16	Clotoide	1+581.35m	1+635.35m	54.000m		90.000m
17	Recta	1+635.35m	1+889.53m	254.179m		
18	Clotoide	1+889.53m	1+940.67m	51.136m		75.000m
19	Curva circular	1+940.67m	1+974.77m	34.102m	110.000m	
20	Clotoide	1+974.77m	2+025.90m	51.136m		75.000m
21	Recta	2+025.90m	2+096.64m	70.731m		
22	Clotoide	2+096.64m	2+141.64m	45.000m		60.000m
23	Curva circular	2+141.64m	2+156.03m	14.391m	80.000m	
24	Clotoide	2+156.03m	2+201.03m	45.000m		60.000m
25	Recta	2+201.03m	2+287.02m	85.998m		
26	Clotoide	2+287.02m	2+333.97m	46.944m		65.000m
27	Curva circular	2+333.97m	2+336.03m	2.063m	90.000m	
28	Clotoide	2+336.03m	2+382.98m	46.944m		65.000m
29	Recta	2+382.98m	2+446.60m	63.623m		
30	Clotoide	2+446.60m	2+497.74m	51.136m		75.000m
31	Curva circular	2+497.74m	2+503.90m	6.160m	110.000m	
32	Clotoide	2+503.90m	2+555.03m	51.136m		75.000m
33	Recta	2+555.03m	2+849.82m	294.784m		
34	Clotoide	2+849.82m	2+919.90m	70.083m		145.000m
35	Curva circular	2+919.90m	3+228.40m	308.496m	300.000m	



36	Clotoide	3+228.40m	3+298.48m	70.083m		145.000m
37	Recta	3+298.48m	3+385.81m	87.332m		
38	Clotoide	3+385.81m	3+440.94m	55.125m		105.000m
39	Curva circular	3+440.94m	3+443.15m	2.209m	200.000m	
40	Clotoide	3+443.15m	3+498.27m	55.125m		105.000m
41	Recta	3+498.27m	3+750.05m	251.774m		
42	Clotoide	3+750.05m	3+801.65m	51.607m		85.000m
43	Curva circular	3+801.65m	3+925.98m	124.331m	140.000m	
44	Clotoide	3+925.98m	3+977.59m	51.607m		85.000m
45	Recta	3+977.59m	4+265.02m	287.432m		
46	Clotoide	4+265.02m	4+314.02m	49.000m		70.000m
47	Curva circular	4+314.02m	4+408.71m	94.684m	100.000m	
48	Clotoide	4+408.71m	4+457.71m	49.000m		70.000m
49	Recta	4+457.71m	4+582.10m	124.396m		
50	Clotoide	4+582.10m	4+625.32m	43.214m		55.000m
51	Curva circular	4+625.32m	4+706.93m	81.609m	70.000m	
52	Clotoide	4+706.93m	4+750.14m	43.214m		55.000m
53	Recta	4+750.14m	4+969.39m	219.254m		
54	Clotoide	4+969.39m	5+011.06m	41.667m		50.000m
55	Curva circular	5+011.06m	5+038.07m	27.009m	60.000m	
56	Clotoide	5+038.07m	5+079.74m	41.667m		50.000m
57	Recta	5+079.74m	5+341.66m	261.929m		
58	Clotoide	5+341.66m	5+384.88m	43.214m		55.000m
59	Curva circular	5+384.88m	5+392.63m	7.747m	70.000m	
60	Clotoide	5+392.63m	5+435.84m	43.214m		55.000m
61	Recta	5+435.84m	5+643.29m	207.448m		
62	Clotoide	5+643.29m	5+688.29m	45.000m		60.000m
63	Curva circular	5+688.29m	5+728.89m	40.601m	80.000m	
64	Clotoide	5+728.89m	5+773.89m	45.000m		60.000m
65	Recta	5+773.89m	5+912.88m	138.992m		
66	Clotoide	5+912.88m	5+959.83m	46.944m		65.000m
67	Curva circular	5+959.83m	6+118.49m	158.663m	90.000m	
68	Clotoide	6+118.49m	6+165.43m	46.944m		65.000m
69	Recta	6+165.43m	6+302.34m	136.904m		
70	Clotoide	6+302.34m	6+355.67m	53.333m		80.000m
71	Curva circular	6+355.67m	6+405.85m	50.181m	120.000m	
72	Clotoide	6+405.85m	6+459.19m	53.333m		80.000m
73	Recta	6+459.19m	6+809.02m	349.833m		
74	Clotoide	6+809.02m	6+864.60m	55.577m		85.000m
75	Curva circular	6+864.60m	6+939.44m	74.846m	130.000m	
76	Clotoide	6+939.44m	6+995.02m	55.577m		85.000m
77	Recta	6+995.02m	7+147.85m	152.827m		
78	Clotoide	7+147.85m	7+196.85m	49.000m		70.000m

79	Curva circular	7+196.85m	7+331.41m	134.569m	100.000m	
80	Clotoide	7+331.41m	7+380.41m	49.000m		70.000m
81	Recta	7+380.41m	7+510.59m	130.180m		
82	Clotoide	7+510.59m	7+555.59m	45.000m		60.000m
83	Curva circular	7+555.59m	7+646.44m	90.844m	80.000m	
84	Clotoide	7+646.44m	7+691.44m	45.000m		60.000m
85	Recta	7+691.44m	7+815.51m	124.076m		
86	Clotoide	7+815.51m	7+862.46m	46.944m		65.000m
87	Curva circular	7+862.46m	7+946.81m	84.354m	90.000m	
88	Clotoide	7+946.81m	7+993.76m	46.944m		65.000m
89	Recta	7+993.76m	8+189.85m	196.096m		
90	Clotoide	8+189.85m	8+236.80m	46.944m		65.000m
91	Curva circular	8+236.80m	8+304.54m	67.739m	90.000m	
92	Clotoide	8+304.54m	8+351.48m	46.944m		65.000m
93	Recta	8+351.48m	8+421.99m	70.511m		
94	Clotoide	8+421.99m	8+475.33m	53.333m		80.000m
95	Curva circular	8+475.33m	8+481.81m	6.479m	120.000m	
96	Clotoide	8+481.81m	8+535.14m	53.333m		80.000m
97	Recta	8+535.14m	8+566.52m	31.384m		

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+002.70m	0+068.71m	66.014m	2.01%	0
2	Convexo	0+068.71m	0+135.91m	67.192m		22.842
3	Recta	0+135.91m	0+874.24m	738.333m	-0.93%	0
4	Cóncavo	0+874.24m	1+275.81m	401.574m		296.587
5	Recta	1+275.81m	2+976.06m	1700.242m	0.43%	0
6	Cóncavo	2+976.06m	3+178.09m	202.037m		93.698
7	Recta	3+178.09m	3+828.37m	650.274m	2.58%	0
8	Convexo	3+828.37m	3+923.16m	94.796m		46.318
9	Recta	3+923.16m	4+294.57m	371.405m	0.53%	0
10	Cóncavo	4+294.57m	4+377.45m	82.883m		58.574
11	Recta	4+377.45m	4+606.18m	228.728m	1.95%	0
12	Convexo	4+606.18m	4+720.34m	114.161m		31.216
13	Recta	4+720.34m	4+981.40m	261.057m	-1.71%	0
14	Cóncavo	4+981.40m	5+066.73m	85.334m		16.683
15	Recta	5+066.73m	5+518.77m	452.042m	3.41%	0
16	Convexo	5+518.77m	5+674.49m	155.713m		60.759
17	Recta	5+674.49m	5+927.04m	252.551m	0.85%	0
18	Convexo	5+927.04m	6+149.01m	221.971m		84.356
19	Recta	6+149.01m	6+830.33m	681.324m	-1.79%	0
20	Cóncavo	6+830.33m	6+975.49m	145.159m		309.146



21	Recta	6+975.49m	7+524.53m	549.041m	-1.32%	0
22	Cóncavo	7+524.53m	7+669.80m	145.271m		28.407
23	Recta	7+669.80m	8+296.73m	626.925m	3.80%	0
24	Convexo	8+296.73m	8+450.78m	154.057m		25.898
25	Recta	8+450.78m	8+566.52m	115.739m	-2.15%	0

2.2. ALTERNATIVA 2 TRAMO 2

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+080.11m	80.113m		
2	Clotoide	0+080.11m	0+115.32m	35.208m		65.000m
3	Curva circular	0+115.32m	0+116.71m	1.391m	120.000m	
4	Clotoide	0+116.71m	0+151.92m	35.208m		65.000m
5	Recta	0+151.92m	0+215.45m	63.530m		
6	Clotoide	0+215.45m	0+262.39m	46.944m		65.000m
7	Curva circular	0+262.39m	0+263.45m	1.054m	90.000m	
8	Clotoide	0+263.45m	0+310.39m	46.944m		65.000m
9	Recta	0+310.39m	0+439.57m	129.178m		
10	Clotoide	0+439.57m	0+492.90m	53.333m		80.000m
11	Curva circular	0+492.90m	0+498.24m	5.335m	120.000m	
12	Clotoide	0+498.24m	0+551.57m	53.333m		80.000m
13	Recta	0+551.57m	0+648.55m	96.980m		
14	Clotoide	0+648.55m	0+701.64m	53.088m		95.000m
15	Curva circular	0+701.64m	0+710.06m	8.417m	170.000m	
16	Clotoide	0+710.06m	0+763.15m	53.088m		95.000m
17	Recta	0+763.15m	1+507.51m	744.363m		
18	Clotoide	1+507.51m	1+577.59m	70.083m		145.000m
19	Curva circular	1+577.59m	1+609.97m	32.375m	300.000m	
20	Clotoide	1+609.97m	1+680.05m	70.083m		145.000m
21	Recta	1+680.05m	1+722.14m	42.088m		
22	Clotoide	1+722.14m	1+777.26m	55.125m		105.000m
23	Curva circular	1+777.26m	1+874.66m	97.396m	200.000m	
24	Clotoide	1+874.66m	1+929.79m	55.125m		105.000m
25	Recta	1+929.79m	2+000.64m	70.854m		
26	Clotoide	2+000.64m	2+052.25m	51.607m		85.000m
27	Curva circular	2+052.25m	2+191.54m	139.297m	140.000m	
28	Clotoide	2+191.54m	2+243.15m	51.607m		85.000m
29	Recta	2+243.15m	2+301.70m	58.545m		

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+929.87m	929.871m	3.34%	
2	Convexo	0+929.87m	0+935.58m	5.712m		2.5
3	Recta	0+935.58m	1+064.31m	128.729m	1.05%	
4	Concavo	1+064.31m	1+183.30m	118.987m		31.224
5	Recta	1+183.30m	2+178.36m	995.064m	4.87%	
6	Convexo	2+178.36m	2+211.29m	32.929m		7.886
7	Recta	2+211.29m	2+301.70m	90.403m	0.69%	

2.3. ALTERNATIVA 2 TRAMO 3

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+167.28m	167.282m		
2	Clotoide	0+167.28m	0+219.91m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+219.91m	0+249.95m	30.039m	190.000m	
4	Clotoide	0+249.95m	0+302.58m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+302.58m	0+329.62m	27.037m		
6	Curva circular	0+329.62m	0+351.77m	22.151m	50.000m	
7	Recta	0+351.77m	0+430.05m	78.279m		
8	Curva circular	0+430.05m	0+460.16m	30.110m	33.308m	
9	Recta	0+460.16m	0+463.81m	3.648m		
10	Curva circular	0+463.81m	0+481.69m	17.879m	20.000m	
11	Recta	0+481.69m	0+526.66m	44.976m		
12	Curva circular	0+526.66m	0+542.52m	15.859m	35.000m	
13	Recta	0+542.52m	0+571.48m	28.958m		
14	Clotoide	0+571.48m	0+611.98m	40.500m		45.000m
15	Curva circular	0+611.98m	0+613.66m	1.682m	50.000m	
16	Clotoide	0+613.66m	0+654.16m	40.500m		45.000m
17	Recta	0+654.16m	0+988.31m	334.142m		
18	Clotoide	0+988.31m	1+035.25m	46.944m		65.000m
19	Curva circular	1+035.25m	1+035.25m	0.004m	90.000m	
20	Clotoide	1+035.25m	1+082.20m	46.944m		65.000m
21	Recta	1+082.20m	1+085.59m	3.390m		

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+174.54m	174.542m	0.69%	



2	Cóncavo	0+174.54m	0+291.49m	116.943m		18.564
3	Recta	0+291.49m	1+085.59m	794.103m	6.99%	

3. ESTADO DE ALINEACIONES Y RASANTES ALTERNATIVA 3

3.1. ALTERNATIVA 3 TRAMO 1

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+051.07m	51.073m		
2	Clotoide	0+051.07m	0+103.70m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+103.70m	0+106.58m	2.873m	190.000m	
4	Clotoide	0+106.58m	0+159.21m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+159.21m	0+588.73m	429.524m		
6	Clotoide	0+588.73m	0+646.35m	57.619m		110.000m
7	Curva circular	0+646.35m	0+659.97m	13.621m	210.000m	
8	Clotoide	0+659.97m	0+717.59m	57.619m		110.000m
9	Recta	0+717.59m	0+901.91m	184.321m		
10	Clotoide	0+901.91m	0+955.91m	54.000m		90.000m
11	Curva circular	0+955.91m	1+169.61m	213.696m	150.000m	
12	Clotoide	1+169.61m	1+223.61m	54.000m		90.000m
13	Recta	1+223.61m	1+524.51m	300.900m		
14	Clotoide	1+524.51m	1+578.51m	54.000m		90.000m
15	Curva circular	1+578.51m	1+587.87m	9.355m	150.000m	
16	Clotoide	1+587.87m	1+641.87m	54.000m		90.000m
17	Recta	1+641.87m	1+898.76m	256.891m		
18	Clotoide	1+898.76m	1+949.89m	51.136m		75.000m
19	Curva circular	1+949.89m	1+977.79m	27.901m	110.000m	
20	Clotoide	1+977.79m	2+028.93m	51.136m		75.000m
21	Recta	2+028.93m	2+099.61m	70.684m		
22	Clotoide	2+099.61m	2+144.61m	45.000m		60.000m
23	Curva circular	2+144.61m	2+149.95m	5.339m	80.000m	
24	Clotoide	2+149.95m	2+194.95m	45.000m		60.000m
25	Recta	2+194.95m	2+286.47m	91.517m		
26	Clotoide	2+286.47m	2+333.41m	46.944m		65.000m
27	Curva circular	2+333.41m	2+333.98m	0.563m	90.000m	
28	Clotoide	2+333.98m	2+380.92m	46.944m		65.000m
29	Recta	2+380.92m	2+435.22m	54.303m		
30	Clotoide	2+435.22m	2+486.36m	51.136m		75.000m
31	Curva circular	2+486.36m	2+500.68m	14.322m	110.000m	
32	Clotoide	2+500.68m	2+551.82m	51.136m		75.000m
33	Recta	2+551.82m	2+860.62m	308.802m		

34	Clotoide	2+860.62m	2+930.70m	70.083m		145.000m
35	Curva circular	2+930.70m	3+262.61m	331.909m	300.000m	
36	Clotoide	3+262.61m	3+332.70m	70.083m		145.000m
37	Recta	3+332.70m	3+443.78m	111.087m		
38	Clotoide	3+443.78m	3+498.91m	55.125m		105.000m
39	Curva circular	3+498.91m	3+512.29m	13.384m	200.000m	
40	Clotoide	3+512.29m	3+567.42m	55.125m		105.000m
41	Recta	3+567.42m	3+774.35m	206.935m		
42	Clotoide	3+774.35m	3+825.96m	51.607m		85.000m
43	Curva circular	3+825.96m	3+924.64m	98.683m	140.000m	
44	Clotoide	3+924.64m	3+976.25m	51.607m		85.000m
45	Recta	3+976.25m	4+316.38m	340.133m		
46	Clotoide	4+316.38m	4+365.38m	49.000m		70.000m
47	Curva circular	4+365.38m	4+450.61m	85.228m	100.000m	
48	Clotoide	4+450.61m	4+499.61m	49.000m		70.000m
49	Recta	4+499.61m	4+578.98m	79.371m		
50	Clotoide	4+578.98m	4+623.98m	45.000m		60.000m
51	Curva circular	4+623.98m	4+686.80m	62.819m	80.000m	
52	Clotoide	4+686.80m	4+731.80m	45.000m		60.000m
53	Recta	4+731.80m	4+820.60m	88.794m		
54	Clotoide	4+820.60m	4+871.73m	51.136m		75.000m
55	Curva circular	4+871.73m	4+880.13m	8.398m	110.000m	
56	Clotoide	4+880.13m	4+931.27m	51.136m		75.000m
57	Recta	4+931.27m	5+087.82m	156.556m		
58	Clotoide	5+087.82m	5+141.82m	54.000m		90.000m
59	Curva circular	5+141.82m	5+167.13m	25.307m	150.000m	
60	Clotoide	5+167.13m	5+221.13m	54.000m		90.000m
61	Recta	5+221.13m	5+520.78m	299.653m		
62	Clotoide	5+520.78m	5+573.42m	52.632m		100.000m
63	Curva circular	5+573.42m	5+614.78m	41.366m	190.000m	
64	Clotoide	5+614.78m	5+667.41m	52.632m		100.000m
65	Recta	5+667.41m	5+797.94m	130.523m		
66	Clotoide	5+797.94m	5+850.57m	52.632m		100.000m
67	Curva circular	5+850.57m	5+919.91m	69.347m	190.000m	
68	Clotoide	5+919.91m	5+972.55m	52.632m		100.000m
69	Recta	5+972.55m	6+095.87m	123.327m		
70	Clotoide	6+095.87m	6+151.45m	55.577m		85.000m
71	Curva circular	6+151.45m	6+201.56m	50.109m	130.000m	
72	Clotoide	6+201.56m	6+257.14m	55.577m		85.000m
73	Recta	6+257.14m	6+545.55m	288.416m		
74	Clotoide	6+545.55m	6+601.13m	55.577m		85.000m
75	Curva circular	6+601.13m	6+669.65m	68.518m	130.000m	
76	Clotoide	6+669.65m	6+725.22m	55.577m		85.000m



77	Recta	6+725.22m	6+916.80m	191.572m		
78	Clotoide	6+916.80m	6+970.80m	54.000m		90.000m
79	Curva circular	6+970.80m	7+226.29m	255.495m	150.000m	
80	Clotoide	7+226.29m	7+280.29m	54.000m		90.000m
81	Recta	7+280.29m	7+383.89m	103.599m		
82	Clotoide	7+383.89m	7+435.03m	51.136m		75.000m
83	Curva circular	7+435.03m	7+460.05m	25.023m	110.000m	
84	Clotoide	7+460.05m	7+511.18m	51.136m		75.000m
85	Recta	7+511.18m	7+583.03m	71.842m		
86	Clotoide	7+583.03m	7+629.97m	46.944m		65.000m
87	Curva circular	7+629.97m	7+708.84m	78.870m	90.000m	
88	Clotoide	7+708.84m	7+755.79m	46.944m		65.000m
89	Recta	7+755.79m	8+247.12m	491.337m		
90	Clotoide	8+247.12m	8+317.21m	70.083m		145.000m
91	Curva circular	8+317.21m	8+681.47m	364.265m	300.000m	
92	Clotoide	8+681.47m	8+751.56m	70.083m		145.000m
93	Recta	8+751.56m	9+001.11m	249.559m		
94	Clotoide	9+001.11m	9+058.71m	57.600m		120.000m
95	Curva circular	9+058.71m	9+062.82m	4.107m	250.000m	
96	Clotoide	9+062.82m	9+120.42m	57.600m		120.000m
97	Recta	9+120.42m	9+522.17m	401.746m		
98	Clotoide	9+522.17m	9+592.25m	70.083m		145.000m
99	Curva circular	9+592.25m	9+609.91m	17.661m	300.000m	
100	Clotoide	9+609.91m	9+680.00m	70.083m		145.000m
101	Recta	9+680.00m	9+736.15m	56.157m		
102	Clotoide	9+736.15m	9+776.65m	40.500m		45.000m
103	Curva circular	9+776.65m	9+778.11m	1.454m	50.000m	
104	Clotoide	9+778.11m	9+818.61m	40.500m		45.000m
105	Recta	9+818.61m	9+830.41m	11.806m		

10	Cóncavo	4+351.28m	4+448.45m	97.171m		41.187
11	Recta	4+448.45m	5+502.74m	1054.288m	2.19%	
12	Cóncavo	5+502.74m	5+686.13m	183.396m		35.579
13	Recta	5+686.13m	5+798.08m	111.946m	-2.97%	
14	Cóncavo	5+798.08m	5+975.38m	177.304m		27.19
15	Recta	5+975.38m	6+130.05m	154.668m	3.55%	
16	Convexo	6+130.05m	6+228.58m	98.525m		15.88
17	Recta	6+228.58m	6+908.65m	680.069m	-2.65%	
18	Cóncavo	6+908.65m	7+281.54m	372.895m		102.074
19	Recta	7+281.54m	8+268.65m	987.111m	1.00%	
20	Cóncavo	8+268.65m	8+705.99m	437.339m		85.528
21	Recta	8+705.99m	9+831.49m	1125.500m	6.11%	

3.2. ALTERNATIVA 3 TRAMO 2

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+033.03m	33.033m		
2	Curva circular	0+033.03m	0+056.89m	23.854m	50.000m	
3	Recta	0+056.89m	0+078.46m	21.575m		
4	Clotoide	0+078.46m	0+102.29m	23.824m		45.000m
5	Curva circular	0+102.29m	0+152.90m	50.616m	85.000m	
6	Clotoide	0+152.90m	0+176.72m	23.824m		45.000m
7	Recta	0+176.72m	0+494.62m	317.895m		
8	Clotoide	0+494.62m	0+541.56m	46.944m		65.000m
9	Curva circular	0+541.56m	0+547.87m	6.311m	90.000m	
10	Clotoide	0+547.87m	0+594.82m	46.944m		65.000m
11	Recta	0+594.82m	0+597.10m	2.280m		

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+081.46m	81.457m	2.22%	
2	Convexo	0+081.46m	0+147.09m	65.629m		22.123
3	Recta	0+147.09m	1+044.96m	897.870m	-0.74%	
4	Cóncavo	1+044.96m	1+152.90m	107.940m		118.78
5	Recta	1+152.90m	2+853.95m	1701.056m	0.17%	
6	Cóncavo	2+853.95m	3+342.02m	488.068m		163.769
7	Recta	3+342.02m	3+833.26m	491.243m	3.15%	
8	Convexo	3+833.26m	3+948.36m	115.094m		34.656
9	Recta	3+948.36m	4+351.28m	402.921m	-0.17%	

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+320.28m	320.279m	6.18%	
2	Cóncavo	0+320.28m	0+363.06m	42.785m		27.165
3	Recta	0+363.06m	0+597.10m	234.035m	7.76%	



ANEXO: RESPUESTAS ENCUESTA A EXPERTOS



Encuestado Nº1

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL				✓						CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº2

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº3

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO			✓							CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO				✓						CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL			✓							CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL			✓							CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL		✓								CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº4

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO									✓	CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL									✓	CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL		✓								CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº5

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL		✓								CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº6

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO									✓	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL		✓								CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL									✓	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL			✓							CRITERIO AMBIENTAL



Encuestado Nº7

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO									✓	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL								✓		CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº8

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº9

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL				✓						CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº10

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO				✓						CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL			✓							CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº11

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº12

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO			✓							CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO									✓	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL	✓									CRITERIO AMBIENTAL



Encuestado Nº13

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº14

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO					✓					CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº15

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO			✓							CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO		✓								CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL				✓						CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL		✓								CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº16

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO					✓					CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº17

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO					✓					CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº18

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO									✓	CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL							✓			CRITERIO AMBIENTAL



Encuestado Nº19

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL				✓						CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº20

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO								✓		CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL			✓							CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº21

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO					✓					CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL								✓		CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL				✓						CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL			✓							CRITERIO AMBIENTAL

Encuestado Nº22

Estoy llevando a cabo mi TFM sobre un estudio de alternativas para una nueva carretera situada en la Marina de Cope, una llanura costera con gran valor ecológico y paisajístico situada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia). El principal objetivo es mejorar el viario existente en la zona y facilitar el acceso a sus 13 playas principales. Para la valoración de los criterios, se ha escogido el método multiatributo AHP donde se realiza una comparación de los criterios entre pares. Para ponderar estos criterios de manera objetiva, se presenta esta encuesta a expertos donde se ha preparado una tabla con la escala de comparación pareada y los 4 criterios enfrentados dos a dos.

CRITERIO	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	CRITERIO
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO FUNCIONAL
CRITERIO ECONÓMICO							✓			CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO ECONÓMICO						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO FUNCIONAL					✓					CRITERIO SEGURIDAD VIAL
CRITERIO FUNCIONAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL
CRITERIO SEGURIDAD VIAL						✓				CRITERIO AMBIENTAL

Anejo N°5: DISEÑO GEOMÉTRICO



1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	3
3.	CARTOGRAFÍA	3
4.	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	3
4.1.	CLASE DE CARRETERA.....	3
4.2.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	4
5.	TRAZADO EN PLANTA	4
5.1.	RECTAS.....	4
5.2.	ALINEACIONES CURVAS.....	4
5.3.	COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS.....	6
6.	TRAZADO EN ALZADO	7
6.1.	INCILINACIÓN DE LA RASANTE	7
6.2.	ACUERDOS VERTICALES.....	7
7.	SECCIÓN TRANSVERSAL	7
8.	ENLACES	8
9.	ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA ALINEACIÓN	9
9.1.	ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA	9
9.1.1.	TRAMO 1	9
9.1.2.	TRAMO 2	10
9.1.3.	TRAMO 3	11
9.2.	ESTADO DE RASANTES.....	11
9.2.1.	TRAMO 1	11
9.2.2.	TRAMO 2	11
9.2.3.	TRAMO 3	11
10.	ESTUDIO DE VISIBILIDAD	12
10.1.	COMPROBACIÓN VISIBILIDAD IDA Y VISIBILIDAD VUELTA	12
10.2.	PERFIL DE VISIBILIDADES Y DISTANCIA DE PARADA.....	12

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es realizar el análisis geométrico del trazado en planta y alzado de la carretera que facilitará el acceso al litoral de la Marina de Cope.

Para ello, primero se han definido una serie de condicionantes (ya expuestos en el “Anejo Nº1 Antecedentes y Estado Actual”) que limitan el diseño en planta de la carretera. Además, se comprueba que los valores obtenidos cumplen los mínimos establecidos en la instrucción de trazado 3.1. IC.

Todo el diseño del trazado se lleva a cabo haciendo uso del software Autocad Civil 3D en su versión 2018.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Orden de 27 de diciembre de 1999 (Boletín Oficial del Estado número 28, de 2 de febrero de 2000) por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, en la que se establecen los criterios técnicos para el trazado geométrico de las carreteras.

3. CARTOGRAFÍA

Los datos necesarios para la elaboración de la superficie cartográfica se han obtenido del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA) del Instituto Geográfico Nacional (IGN), concretamente el Modelo Digital del Elevaciones (Hoja 0997B).

Se crea la superficie a partir de una nube de puntos creada con el programa qGIS y el programa de Autodesk ReCap. Posteriormente, se inserta el archivo creado en Civil 3D en donde se crea la superficie del terreno y las correspondientes líneas de nivel a partir de la nube de puntos LIDAR.



Figura 1: Superficie creada con líneas de nivel (Rango 1 m-5 m) sobre ortofoto. (Fuente: Elaboración propia)

4. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

4.1. CLASE DE CARRETERA

Tal y como se establece en la Norma 3.1-IC Trazado, atendiendo a sus características esenciales, se distinguen las siguientes clasificaciones:

- A) Según su definición legal se trataría de una carretera convencional ya que no cumple con las características para ser considerada autopistas, autovías y vías rápidas.
- B) Según el número de calzadas, se trata de una calzada única ya que tiene una sola calzada para ambos sentidos de circulación y sin separación física.
- C) Según el grado de control de accesos, se trata de una carretera con accesos directos ya que no existen limitaciones como entradas a través de enlaces, entradas y salidas directas a otras carreteras o a través de vías de servicio con entradas o salidas específicas.
- D) Según sus condiciones orográficas, se tipifican las carreteras según el relieve del terreno natural atravesando indicado en la tabla 2.1 de la Norma 3.1-IC Trazado, en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja

original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera. En este caso se trata de un relieve llano ya que la inclinación es inferior al ($i < 5$).

Tabla 1: Tipo de relieve. (Fuente: Norma 3.1-IC Trazado)

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA i (%)
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

E) Según las condiciones del entorno urbanístico se considera tramo interurbano ya que no discurre por suelo clasificado como urbano por el PGOU de Águilas y Lorca.

La carretera diseñada en la Marina de Cope se trata de una carretera cuya función principal es mejorar la accesibilidad a la toda la zona de tal forma que los usuarios puedan acceder a la costa de manera segura. No es una zona donde se den grandes flujos de tráfico por lo tanto la intensidad media diaria (IMD) será mínima.

4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Clase de vía: Carretera convencional.
- Denominación: C-40.
- Tipo de actuación: Proyecto de nuevo trazado.
- Velocidad de proyecto: 40 km/h

5. TRAZADO EN PLANTA

Para el diseño en planta se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la Norma 3.1-IC Trazado. A partir de la cartografía creada y de la ortofoto base, se plantea un trazado básico con el programa Civil 3D. No obstante, posteriormente se realizarán modificaciones del diseño en planta para la coordinación entre planta y alzado.

La planta definida se compone de: alineación recta, curvas de transición y alineación circular. La definición del trazado en planta comienza con la creación del eje de alineación de la carretera.

El eje de la alineación en planta es el centro de la sección transversal, tomando este como la marca vial de separación entre ambos carriles de circulación.

Los parámetros básicos de diseño en planta para cada elemento de alineación se muestran a continuación:

5.1. RECTAS

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc., es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

Por lo tanto, las rectas deben respetar longitudes mínimas y máximas que se dan en función de la velocidad de proyecto (V_p), en este caso de 40 km/h. En cuanto a la longitud mínima (L_{min}), dependerá si se trata de alineaciones curvas en S ($L_{min,s}$) o en C ($L_{min,c}$). Las expresiones definidas son las siguientes:

$$L_{min,s} = 1.39 \cdot V_p = 1.39 \cdot 40 = 55.6 \text{ m}$$

$$L_{min,c} = 2.78 \cdot V_p = 2.78 \cdot 40 = 111.2 \text{ m}$$

$$L_{max} = 16.7 \cdot V_p = 16.7 \cdot 40 = 668 \text{ m}$$

5.2. ALINEACIONES CURVAS

La normativa establece un radio mínimo de 50 m y un peralte de 7% para velocidades de proyecto de 40 km/h (Tabla 2).

El radio se deduce de la siguiente expresión, que relaciona la velocidad de la curva circular, con el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal.

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{P}{100} \right)$$

Tabla 2: Relación velocidad específica- radio-peralte para carreteras C-80, C-60 y C-40 (grupo 2). (Fuente: Norma 3.1-IC Trazado)



VELOCIDAD ESPECÍFICA (km/h)	RADIO (m)	PERALTE (%)
40	50	7,00
45	65	7,00
50	85	7,00
55	105	7,00
60	130	7,00
65	155	7,00
70	190	7,00
75	225	7,00
80	265	7,00
85	305	7,00
90	350	7,00
95	410	6,50
100	485	5,85
105	570	5,24
110	670	4,67

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos de trazado.

Para el diseño de las curvas de acuerdo se adoptarán las clotoides. La Norma establece unas limitaciones mínimas para el parámetro A de la clotoide, característico de la misma. Una vez adoptado el parámetro mínimo (A_{min}) se establecen las limitaciones en cuanto a longitud mínima, cumpliendo con la relación

$$A^2 = R \cdot L$$

Partiendo de la longitud mínima como 1,5 veces la longitud mínima. Finalmente, se obtiene el parámetro máximo utilizando la relación utilizada anteriormente para el cálculo de la longitud mínima.

La normativa establece las siguientes limitaciones:

- Limitación I: Variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal. Considerando que la clotoide se recorre a velocidad constante e igual a la específica de la curva circular asociada de menor radio, el parámetro debe ser como mínimo el obtenido de la siguiente expresión:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot \frac{(P_o - P_1)}{(1 - \frac{R_o}{R_1})} \right]}$$

Luego, la longitud mínima de clotoide en metros para el caso de la clotoide entre alineación recta y curva circular sería:

$$L_{min} = \frac{V_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1.27 \cdot P_o \right]$$

- Limitación II: Por transición de peralte, el gradiente de la pendiente transversal se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\nabla ip = 0.86 - 0.004 \cdot V_p$$

La clotoide tendrá un valor mínimo de:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla ip} \cdot B \cdot k$$

Como consecuencia, el valor de A_{min} será:

$$A_{min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{\nabla ip}}$$

- Limitación III: Por condiciones de percepción visual se debe cumplir que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que 1/18 radianes y que el retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros.

Es decir, se deberán cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

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

$$L_{min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_o} \rightarrow A_{min} = (12 \cdot R_o^3)^{1/4}$$

Por otra parte, se recomienda que la variación 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.

$$L_{min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \rightarrow A_{min} = R_o \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}}$$

Todas las limitaciones se muestran en la Figura 2. Limitaciones elección parámetro de clotoide. Grupo 3 Fuente: Norma 3.1 IC.Figura 2.

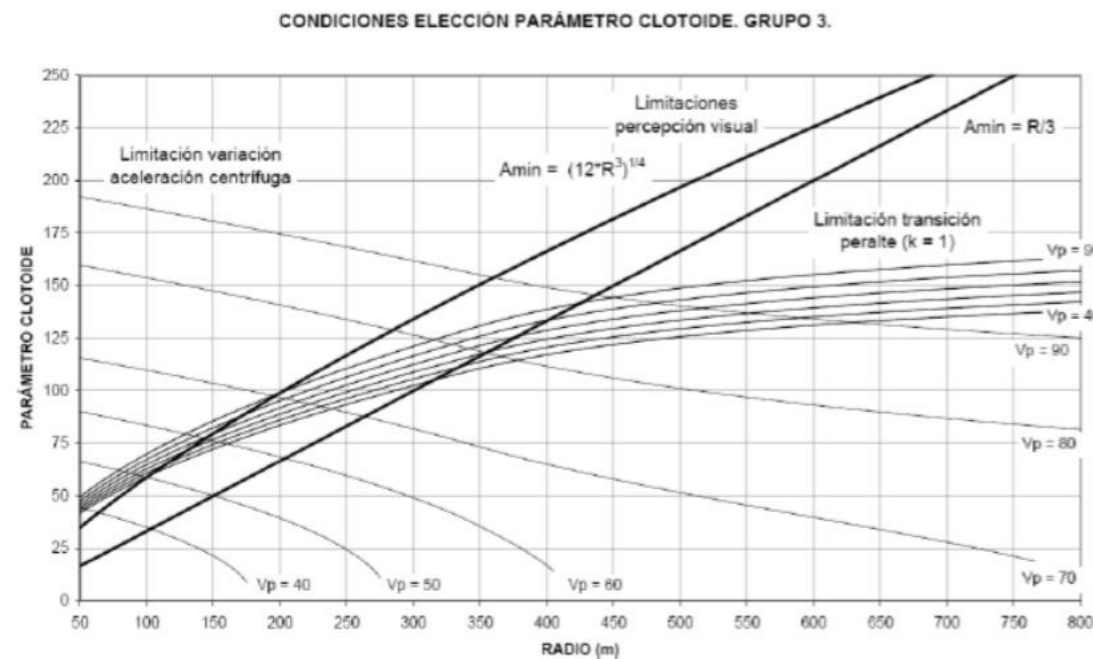


Figura 2: Limitaciones elección parámetro de clotoide (Grupo 3). (Fuente: Norma 3.1 IC.)

Para la obtención de los parámetros para cada curva se ha programado una hoja de cálculo en Excel en función del radio de la curva y otros parámetros con el ángulo de giro o la velocidad específica. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para un radio de 120 m:

Tabla 3: Condiciones de curva. (Fuente: Elaboración propia)

Condiciones de curva:	
Radio:	120 m
Ve:	58.3484092 km/h
Peralte:	7 %
J:	0.5 m/s ³
Ω:	20 gon
B:	3.5 m
vp:	40 km/h

Tabla 4: Resultado de las limitaciones por parámetros para R=120 m. (Fuente: Elaboración propia)

	Longitudes	Parámetros	
I	48.727	76.467	m
II	34.641	64.474	m
III.1	13.333	40.000	m
III.2	37.947	67.481	m
III.3	15.080	42.539	m
Mínimo:	48.727	76.467	m
Máximo:	73.090	93.652	m

5.3. COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS

Uno de los aspectos más a tener en cuenta en el diseño en planta de la carretera es el cumplimiento de coordinación entre alineaciones curvas consecutivas. Para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m), la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones mostradas en el siguiente gráfico:

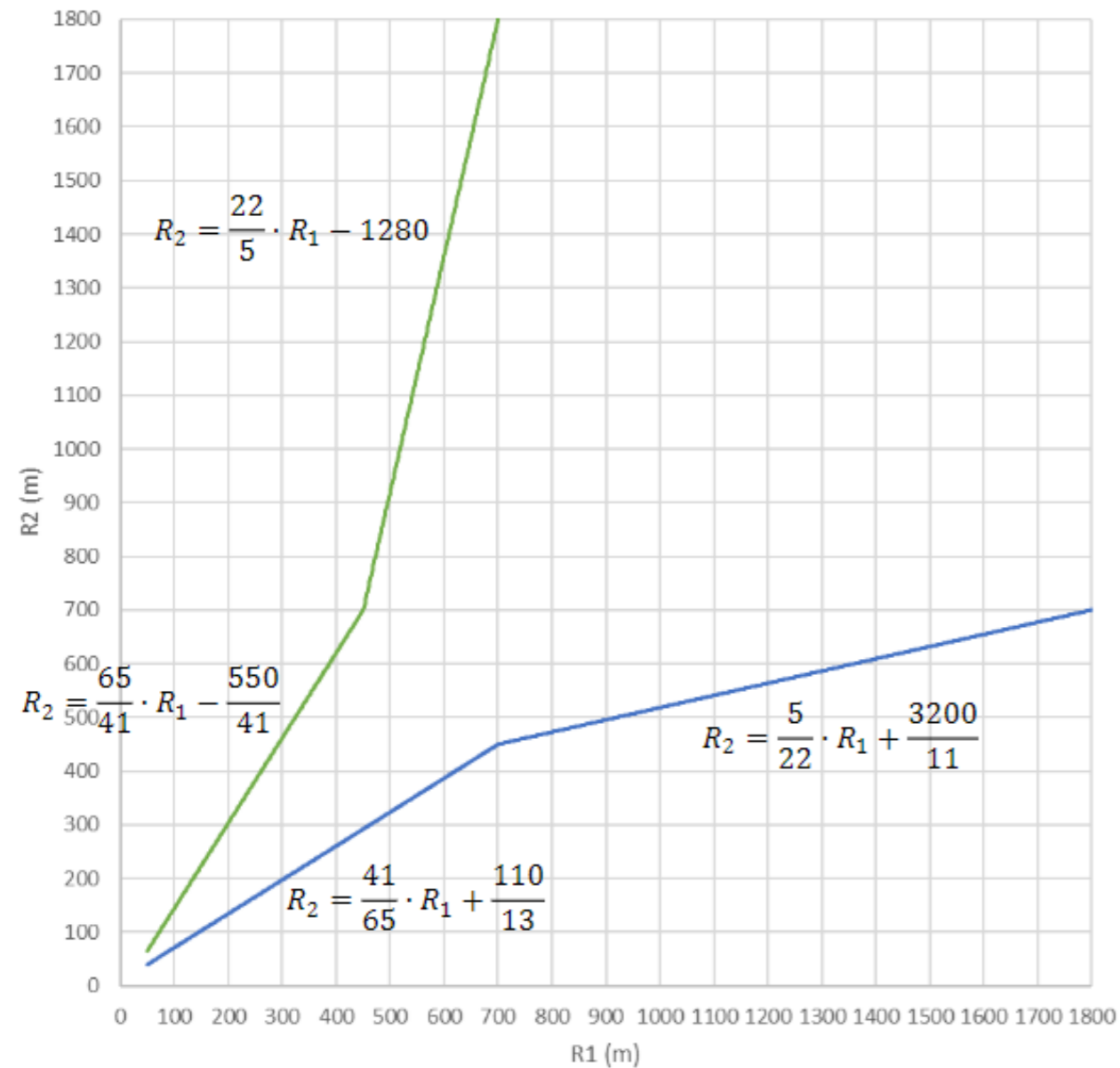


Figura 3: Coordinación en radios consecutivos. (Fuente: Unidad 2.2. Trazado en planta GIIC UPV)

6. TRAZADO EN ALZADO

Para el diseño en alzado de la carretera, se dispone de un trazado que combina rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola). Uno de los requisitos más importantes y prioritarios son la seguridad y comodidad, proporcionando una visibilidad óptima. Además, se ha buscado un buen diseño de la rasante al terreno para de esta forma reducir el coste de movimiento de tierras o el consumo de emisiones de vehículos.

6.1. INCLINACIÓN DE LA RASANTE

A partir de la velocidad de proyecto (V_p) se estiman los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes para carreteras convencionales:

Tabla 5: Valores de inclinación de la rasante. (Fuente: Elaboración propia)

V_p (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

De la misma forma, el valor de la inclinación no será inferior al 0,5%, aunque excepcionalmente podría alcanzar un valor menor no inferior a 0,2%.

El valor de inclinación mínimo adoptado en la solución planteada es 0,43%, mientras que el máximo es 7,35%.

6.2. ACUERDOS VERTICALES

Se distingue entre acuerdos cóncavos y convexos. Los parámetros mínimos de visibilidad de parada y visibilidad de adelantamiento vienen definidos en función de la velocidad de proyecto de la carretera que en este caso es de 40 km/h.

Tabla 6: Parámetros mínimo de visibilidad de parada y adelantamiento. (Fuente: Elaboración propia)

Acuerdo convexo	Acuerdo cóncavo
kv (m) parada	kv (m) parada
250	760

7. SECCIÓN TRANSVERSAL

Se disponen un total de 3 secciones diferentes cumpliendo de esta forma con las necesidades de cada zona:

- **Sección transversal con carril bici:** Esta sección se fija en todo el tramo 1 (P.K. 0+000m al P.K. 8+567) y en la primera parte del tramo 2, del P.K. 0+000m hasta el P.K. 1+000m. El objetivo de esta sección es disponer de un carril bici que conecte la pedanía de Calabardina con el litoral de la Marina de Cope. De esta forma los peatones podrán acceder a los caminos auxiliares de acceso a playas.

Tabla 7: Dimensiones de la sección transversal con carril bici. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal con carril bici (m)					
Carril	Arcén	Berma	Carril Bici (Ciclistas)	Carril Bici (peatones)	Sección total plataforma
3.5	0.5	0.25	1.75	1.25	11.5

- **Sección transversal común:** En este caso el ancho de carril, al igual que en el caso anterior, es de 3,5 m. Se dispone de esta sección en los siguientes tramos:
 - P.K. 1+100 al P.K. 1+850 (Tramo 2)
 - P.K. 2+100 al P.K. 2+300 (Tramo 2)
 - P.K. 0+000 al P.K. 0+450 (Tramo 3)
 - P.K. 0+765 al P.K. 1+086 (Tramo 3)

Tabla 8: Dimensiones de la sección transversal común. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal común (m)			
Carril	Arcén	Berma	Sección total plataforma
3.5	0.5	0.25	8.5

- **Sección transversal reducida:** Esta tipología se implanta en las zonas donde la sección es escasa ya que existe una concentración de edificaciones próximas a la carretera que no permite ampliar la sección. Difiere de las anteriores en que en este caso el ancho de carril es de 3 m. Esta sección se implanta en las siguientes zonas:
 - P.K. 1+750 al P.K. 2+100 (Tramo 2)
 - P.K. 0+450 al P.K. 0+765 (Tramo 2)

Tabla 9: Dimensiones de la sección transversal con carril bici. (Fuente: Elaboración propia)

Ancho sección transversal reducida (m)			
Carril	Arcén	Berma	Sección total plataforma
3	0.5	0.25	7.5

En todos los casos la plataforma está compuesta por dos carriles, dos arcenes y dos bermas, salvo en la Sección Transversal con Carril Bici, en la que además de los anteriores, se compone de un carril bici en uno de sus lados.

8. ENLACES

En la carretera diseñada se dan un total de 2 intercesiones. Ambas se desarrollan como una intersección en T sin carril de almacenamiento.

Para el diseño de las dimensiones de la intersección, se hace uso de la herramienta Vehicle Tracking de Civil 3D, que permite proyectar la trayectoria de los posibles movimientos que llevarían a cabo los vehículos en la intersección, generando unas envolventes que permiten intuir el tamaño necesario a disponer. Se plantean un total de 4 trayectorias que se muestran en las figuras 4 y 5.

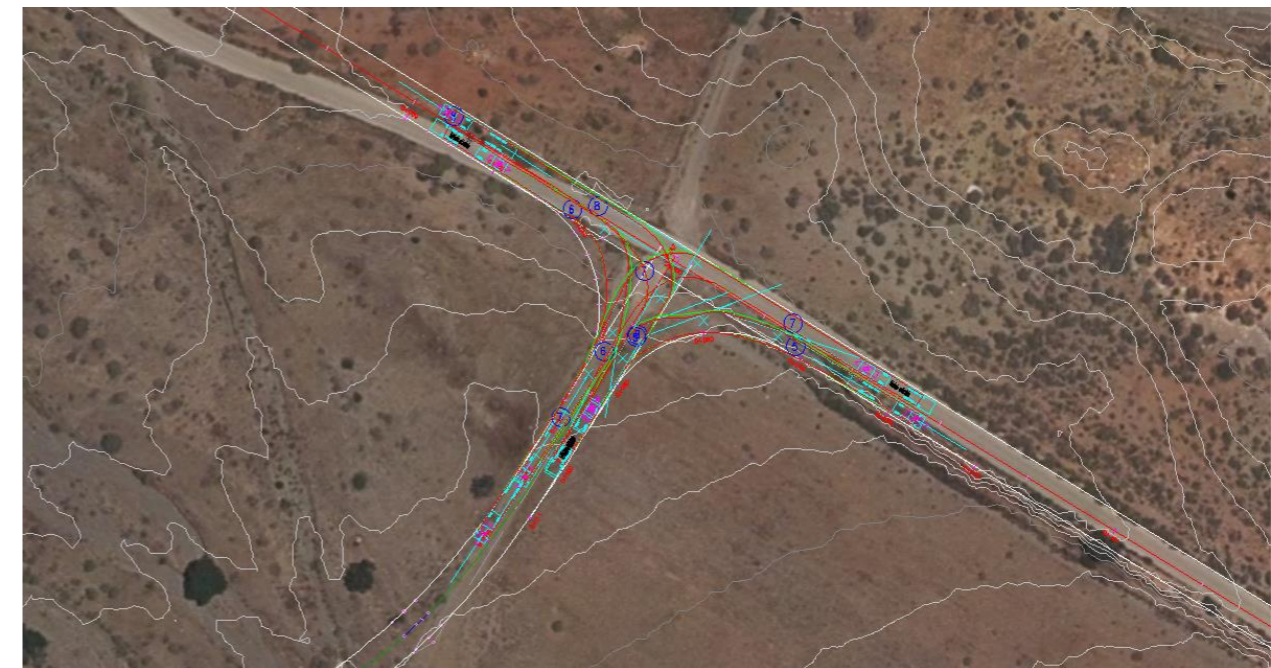


Figura 4: Detalle de la configuración de trayectorias generadas en la intersección Tramo 1-Tramo 2. (Fuente: Elaboración Propia)

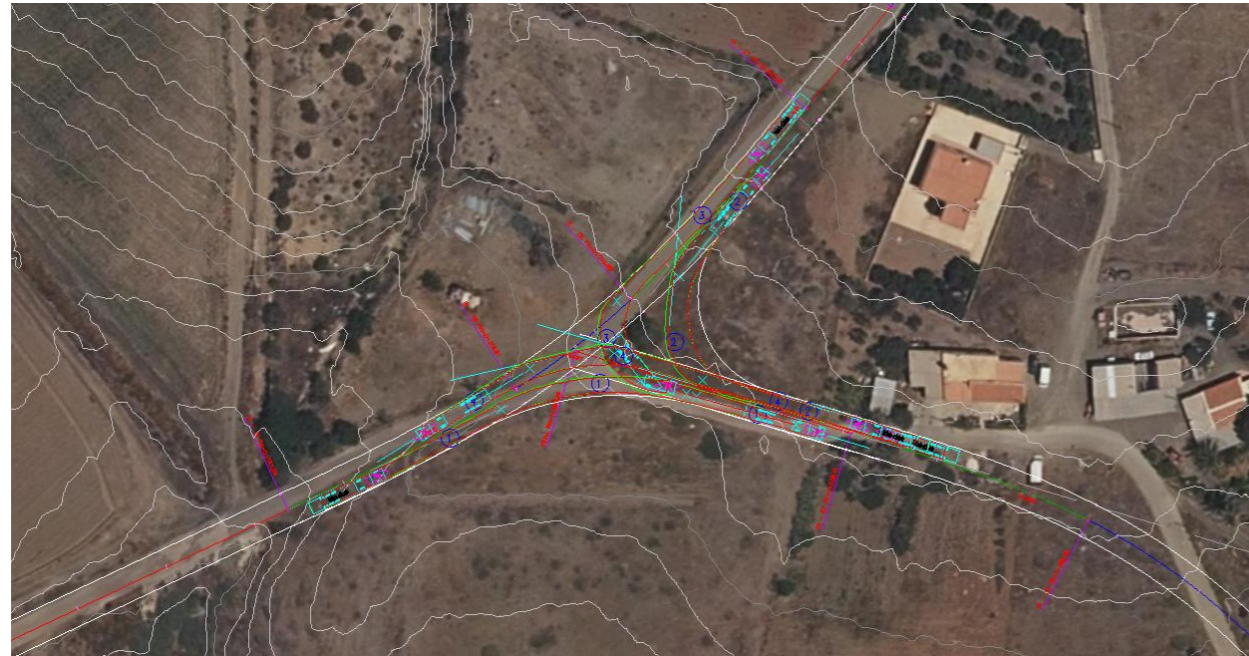


Figura 5: Detalle de la configuración de trayectorias generadas en la intersección Tramo 2-Tramo 3. (Fuente: Elaboración Propia)

9. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA ALINEACIÓN

A continuación, se describen los parámetros adoptados para el diseño de la carretera proyectada. Se obtiene el estado de alineaciones en planta y el estado de rasantes en alzado.

9.1. ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

En este apartado se recoge el estado de alineaciones del trazado de los 3 tramos que componen la carretera diseñada. El estado de alineaciones incluye las características principales del trazado en planta: PK inicial, PK final, Longitud, Radio y Parámetro.

9.1.1. TRAMO 1

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+046.75m	46.748m		
2	Clotoide	0+046.75m	0+099.38m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+099.38m	0+102.67m	3.286m	190.000m	
4	Clotoide	0+102.67m	0+155.30m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+155.30m	0+589.75m	434.455m		
6	Clotoide	0+589.75m	0+647.37m	57.619m		110.000m
7	Curva circular	0+647.37m	0+658.99m	11.617m	210.000m	

8	Clotoide	0+658.99m	0+716.61m	57.619m		110.000m
9	Recta	0+716.61m	0+900.63m	184.026m		
10	Clotoide	0+900.63m	0+954.63m	54.000m		90.000m
11	Curva circular	0+954.63m	1+170.24m	215.607m	150.000m	
12	Clotoide	1+170.24m	1+224.24m	54.000m		90.000m
13	Recta	1+224.24m	1+514.19m	289.952m		
14	Clotoide	1+514.19m	1+568.19m	54.000m		90.000m
15	Curva circular	1+568.19m	1+581.35m	13.158m	150.000m	
16	Clotoide	1+581.35m	1+635.35m	54.000m		90.000m
17	Recta	1+635.35m	1+889.53m	254.179m		
18	Clotoide	1+889.53m	1+940.67m	51.136m		75.000m
19	Curva circular	1+940.67m	1+974.77m	34.102m	110.000m	
20	Clotoide	1+974.77m	2+025.90m	51.136m		75.000m
21	Recta	2+025.90m	2+096.64m	70.731m		
22	Clotoide	2+096.64m	2+141.64m	45.000m		60.000m
23	Curva circular	2+141.64m	2+156.03m	14.391m	80.000m	
24	Clotoide	2+156.03m	2+201.03m	45.000m		60.000m
25	Recta	2+201.03m	2+287.02m	85.998m		
26	Clotoide	2+287.02m	2+333.97m	46.944m		65.000m
27	Curva circular	2+333.97m	2+336.03m	2.063m	90.000m	
28	Clotoide	2+336.03m	2+382.98m	46.944m		65.000m
29	Recta	2+382.98m	2+446.60m	63.623m		
30	Clotoide	2+446.60m	2+497.74m	51.136m		75.000m
31	Curva circular	2+497.74m	2+503.90m	6.160m	110.000m	
32	Clotoide	2+503.90m	2+555.03m	51.136m		75.000m
33	Recta	2+555.03m	2+849.82m	294.784m		
34	Clotoide	2+849.82m	2+919.90m	70.083m		145.000m
35	Curva circular	2+919.90m	3+228.40m	308.496m	300.000m	
36	Clotoide	3+228.40m	3+298.48m	70.083m		145.000m
37	Recta	3+298.48m	3+385.81m	87.332m		
38	Clotoide	3+385.81m	3+440.94m	55.125m		105.000m
39	Curva circular	3+440.94m	3+443.15m	2.209m	200.000m	
40	Clotoide	3+443.15m	3+498.27m	55.125m		105.000m
41	Recta	3+498.27m	3+750.05m	251.774m		
42	Clotoide	3+750.05m	3+801.65m	51.607m		85.000m
43	Curva circular	3+801.65m	3+925.98m	124.331m	140.000m	
44	Clotoide	3+925.98m	3+977.59m	51.607m		85.000m
45	Recta	3+977.59m	4+265.02m	287.432m		
46	Clotoide	4+265.02m	4+314.02m	49.000m		70.000m
47	Curva circular	4+314.02m	4+408.71m	94.684m	100.000m	
48	Clotoide	4+408.71m	4+457.71m	49.000m		70.000m
49	Recta	4+457.71m	4+582.10m	124.396m		
50	Clotoide	4+582.10m	4+625.32m	43.214m		55.000m



51	Curva circular	4+625.32m	4+706.93m	81.609m	70.000m	
52	Clotoide	4+706.93m	4+750.14m	43.214m		55.000m
53	Recta	4+750.14m	4+969.39m	219.254m		
54	Clotoide	4+969.39m	5+011.06m	41.667m		50.000m
55	Curva circular	5+011.06m	5+038.07m	27.009m	60.000m	
56	Clotoide	5+038.07m	5+079.74m	41.667m		50.000m
57	Recta	5+079.74m	5+341.66m	261.929m		
58	Clotoide	5+341.66m	5+384.88m	43.214m		55.000m
59	Curva circular	5+384.88m	5+392.63m	7.747m	70.000m	
60	Clotoide	5+392.63m	5+435.84m	43.214m		55.000m
61	Recta	5+435.84m	5+643.29m	207.448m		
62	Clotoide	5+643.29m	5+688.29m	45.000m		60.000m
63	Curva circular	5+688.29m	5+728.89m	40.601m	80.000m	
64	Clotoide	5+728.89m	5+773.89m	45.000m		60.000m
65	Recta	5+773.89m	5+912.88m	138.992m		
66	Clotoide	5+912.88m	5+959.83m	46.944m		65.000m
67	Curva circular	5+959.83m	6+118.49m	158.663m	90.000m	
68	Clotoide	6+118.49m	6+165.43m	46.944m		65.000m
69	Recta	6+165.43m	6+302.34m	136.904m		
70	Clotoide	6+302.34m	6+355.67m	53.333m		80.000m
71	Curva circular	6+355.67m	6+405.85m	50.181m	120.000m	
72	Clotoide	6+405.85m	6+459.19m	53.333m		80.000m
73	Recta	6+459.19m	6+809.02m	349.833m		
74	Clotoide	6+809.02m	6+864.60m	55.577m		85.000m
75	Curva circular	6+864.60m	6+939.44m	74.846m	130.000m	
76	Clotoide	6+939.44m	6+995.02m	55.577m		85.000m
77	Recta	6+995.02m	7+147.85m	152.827m		
78	Clotoide	7+147.85m	7+196.85m	49.000m		70.000m
79	Curva circular	7+196.85m	7+331.41m	134.569m	100.000m	
80	Clotoide	7+331.41m	7+380.41m	49.000m		70.000m
81	Recta	7+380.41m	7+510.59m	130.180m		
82	Clotoide	7+510.59m	7+555.59m	45.000m		60.000m
83	Curva circular	7+555.59m	7+646.44m	90.844m	80.000m	
84	Clotoide	7+646.44m	7+691.44m	45.000m		60.000m
85	Recta	7+691.44m	7+815.51m	124.076m		
86	Clotoide	7+815.51m	7+862.46m	46.944m		65.000m
87	Curva circular	7+862.46m	7+946.81m	84.354m	90.000m	
88	Clotoide	7+946.81m	7+993.76m	46.944m		65.000m
89	Recta	7+993.76m	8+189.85m	196.096m		
90	Clotoide	8+189.85m	8+236.80m	46.944m		65.000m
91	Curva circular	8+236.80m	8+304.54m	67.739m	90.000m	
92	Clotoide	8+304.54m	8+351.48m	46.944m		65.000m
93	Recta	8+351.48m	8+421.99m	70.511m		

94	Clotoide	8+421.99m	8+475.33m	53.333m		80.000m
95	Curva circular	8+475.33m	8+481.81m	6.479m	120.000m	
96	Clotoide	8+481.81m	8+535.14m	53.333m		80.000m
97	Recta	8+535.14m	8+566.52m	31.384m		

9.1.2. TRAMO 2

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+080.11m	80.113m		
2	Clotoide	0+080.11m	0+115.32m	35.208m		65.000m
3	Curva circular	0+115.32m	0+116.71m	1.391m	120.000m	
4	Clotoide	0+116.71m	0+151.92m	35.208m		65.000m
5	Recta	0+151.92m	0+215.45m	63.530m		
6	Clotoide	0+215.45m	0+262.39m	46.944m		65.000m
7	Curva circular	0+262.39m	0+263.45m	1.054m	90.000m	
8	Clotoide	0+263.45m	0+310.39m	46.944m		65.000m
9	Recta	0+310.39m	0+439.57m	129.178m		
10	Clotoide	0+439.57m	0+492.90m	53.333m		80.000m
11	Curva circular	0+492.90m	0+498.24m	5.335m	120.000m	
12	Clotoide	0+498.24m	0+551.57m	53.333m		80.000m
13	Recta	0+551.57m	0+648.55m	96.980m		
14	Clotoide	0+648.55m	0+701.64m	53.088m		95.000m
15	Curva circular	0+701.64m	0+710.06m	8.417m	170.000m	
16	Clotoide	0+710.06m	0+763.15m	53.088m		95.000m
17	Recta	0+763.15m	1+507.51m	744.363m		
18	Clotoide	1+507.51m	1+577.59m	70.083m		145.000m
19	Curva circular	1+577.59m	1+609.97m	32.375m	300.000m	
20	Clotoide	1+609.97m	1+680.05m	70.083m		145.000m
21	Recta	1+680.05m	1+722.14m	42.088m		
22	Clotoide	1+722.14m	1+777.26m	55.125m		105.000m
23	Curva circular	1+777.26m	1+874.66m	97.396m	200.000m	
24	Clotoide	1+874.66m	1+929.79m	55.125m		105.000m
25	Recta	1+929.79m	2+000.64m	70.854m		
26	Clotoide	2+000.64m	2+052.25m	51.607m		85.000m
27	Curva circular	2+052.25m	2+191.54m	139.297m	140.000m	
28	Clotoide	2+191.54m	2+243.15m	51.607m		85.000m
29	Recta	2+243.15m	2+301.70m	58.545m		



9.1.3. TRAMO 3

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+167.28m	167.282m		
2	Clotoide	0+167.28m	0+219.91m	52.632m		100.000m
3	Curva circular	0+219.91m	0+249.95m	30.039m	190.000m	
4	Clotoide	0+249.95m	0+302.58m	52.632m		100.000m
5	Recta	0+302.58m	0+329.62m	27.037m		
6	Curva circular	0+329.62m	0+351.77m	22.151m	50.000m	
7	Recta	0+351.77m	0+430.05m	78.279m		
8	Curva circular	0+430.05m	0+460.16m	30.110m	33.308m	
9	Recta	0+460.16m	0+463.81m	3.648m		
10	Curva circular	0+463.81m	0+481.69m	17.879m	20.000m	
11	Recta	0+481.69m	0+526.66m	44.976m		
12	Curva circular	0+526.66m	0+542.52m	15.859m	35.000m	
13	Recta	0+542.52m	0+571.48m	28.958m		
14	Clotoide	0+571.48m	0+611.98m	40.500m		45.000m
15	Curva circular	0+611.98m	0+613.66m	1.682m	50.000m	
16	Clotoide	0+613.66m	0+654.16m	40.500m		45.000m
17	Recta	0+654.16m	0+988.31m	334.142m		
18	Clotoide	0+988.31m	1+035.25m	46.944m		65.000m
19	Curva circular	1+035.25m	1+035.25m	0.004m	90.000m	
20	Clotoide	1+035.25m	1+082.20m	46.944m		65.000m
21	Recta	1+082.20m	1+085.59m	3.390m		

9.2. ESTADO DE RASANTES

Se presenta el estado de rasantes de los tres tramos de la carretera, que incluye las características principales del trazado en alzado: PK inicial, PK final, Longitud, Inclinación rasantes y Valor de Kv.

9.2.1. TRAMO 1

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+002.70m	0+068.71m	66.014m	2.01%	0
2	Convexo	0+068.71m	0+135.91m	67.192m		22.842
3	Recta	0+135.91m	0+874.24m	738.333m	-0.93%	0
4	Cóncavo	0+874.24m	1+275.81m	401.574m		296.587
5	Recta	1+275.81m	2+976.06m	1700.242m	0.43%	0

6	Cóncavo	2+976.06m	3+178.09m	202.037m		93.698
7	Recta	3+178.09m	3+828.37m	650.274m	2.58%	0
8	Convexo	3+828.37m	3+923.16m	94.796m		46.318
9	Recta	3+923.16m	4+294.57m	371.405m	0.53%	0
10	Cóncavo	4+294.57m	4+377.45m	82.883m		58.574
11	Recta	4+377.45m	4+606.18m	228.728m	1.95%	0
12	Convexo	4+606.18m	4+720.34m	114.161m		31.216
13	Recta	4+720.34m	4+981.40m	261.057m	-1.71%	0
14	Cóncavo	4+981.40m	5+066.73m	85.334m		16.683
15	Recta	5+066.73m	5+518.77m	452.042m	3.41%	0
16	Convexo	5+518.77m	5+674.49m	155.713m		60.759
17	Recta	5+674.49m	5+927.04m	252.551m	0.85%	0
18	Convexo	5+927.04m	6+149.01m	221.971m		84.356
19	Recta	6+149.01m	6+830.33m	681.324m	-1.79%	0
20	Cóncavo	6+830.33m	6+975.49m	145.159m		309.146
21	Recta	6+975.49m	7+524.53m	549.041m	-1.32%	0
22	Cóncavo	7+524.53m	7+669.80m	145.271m		28.407
23	Recta	7+669.80m	8+296.73m	626.925m	3.80%	0
24	Convexo	8+296.73m	8+450.78m	154.057m		25.898
25	Recta	8+450.78m	8+566.52m	115.739m	-2.15%	0

9.2.2. TRAMO 2

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
1	Recta	0+000.00m	0+929.87m	929.871m	3.34%	
2	Convexo	0+929.87m	0+935.58m	5.712m		2.5
3	Recta	0+935.58m	1+064.31m	128.729m	1.05%	
4	Concavo	1+064.31m	1+183.30m	118.987m		31.224
5	Recta	1+183.30m	2+178.36m	995.064m	4.87%	
6	Convexo	2+178.36m	2+211.29m	32.929m		7.886
7	Recta	2+211.29m	2+301.70m	90.403m	0.69%	

9.2.3. TRAMO 3

Nº	Tipo de curva de perfil	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Inclinación rasante	Valor de Kv
----	-------------------------	--------------	------------	----------	---------------------	-------------

1	Recta	0+000.00m	0+174.54m	174.542m	0.69%	
2	Cóncavo	0+174.54m	0+291.49m	116.943m		18.564
3	Recta	0+291.49m	1+085.59m	794.103m	6.99%	

10. ESTUDIO DE VISIBILIDAD

10.1. COMPROBACIÓN VISIBILIDAD IDA Y VISIBILIDAD VUELTA

Las carreteras requieren de un estudio de visibilidad suficiente para poder ser recorridas con seguridad a una velocidad adecuada. Para comprobar la visibilidad se ha empleado la herramienta que incluye Civil 3D, la cual permita determinar que la longitud de carretera visible desde cualquier otra posición.

Los parámetros básicos para el cálculo de la visibilidad se fijan en la normativa. La altura del ojo se estima en 1,10 m y la altura de objeto a visualizar 0,5 m. Además, según marca la normativa la comprobación de visibilidad se debe realizar desde 1,5 m del borde derecho de la calzada.

Para el cálculo de la visibilidad, se emplean las superficies que podrían impedir las visuales y la carretera en estudio diseñada. En primer lugar, se ha generado la superficie Top de la carretera, que junto con la cartografía original, es decir, la superficie MDT, forman una nueva superficie conjunta. Esa superficie conjunta es, por tanto, el estado final de la obra. Se muestran los gráficos que representan en el eje de ordenadas la visibilidad expresada en metros y en abscisas el PK tanto para la ida como para la vuelta.

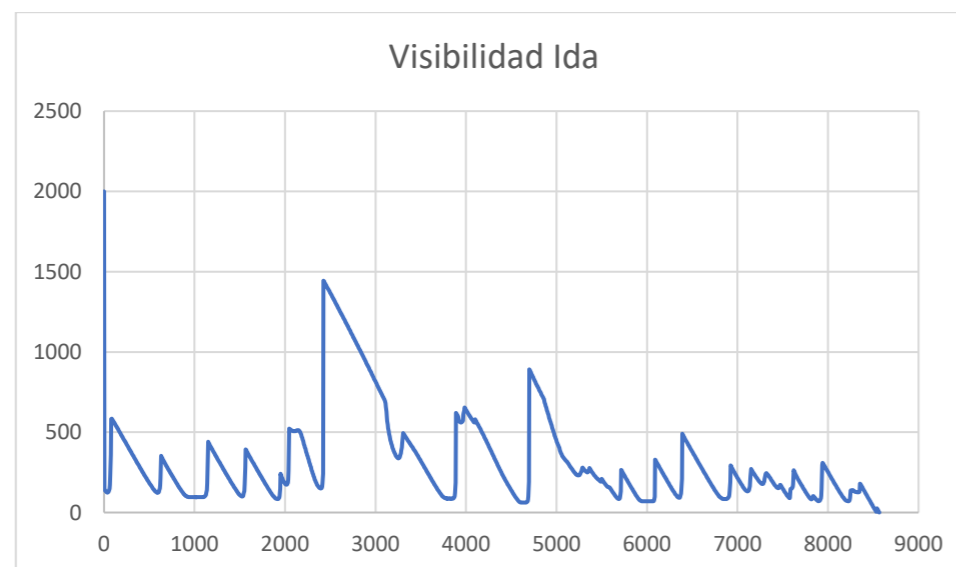


Figura 6: Comprobación visibilidad ida. (Fuente: Elaboración Propia)

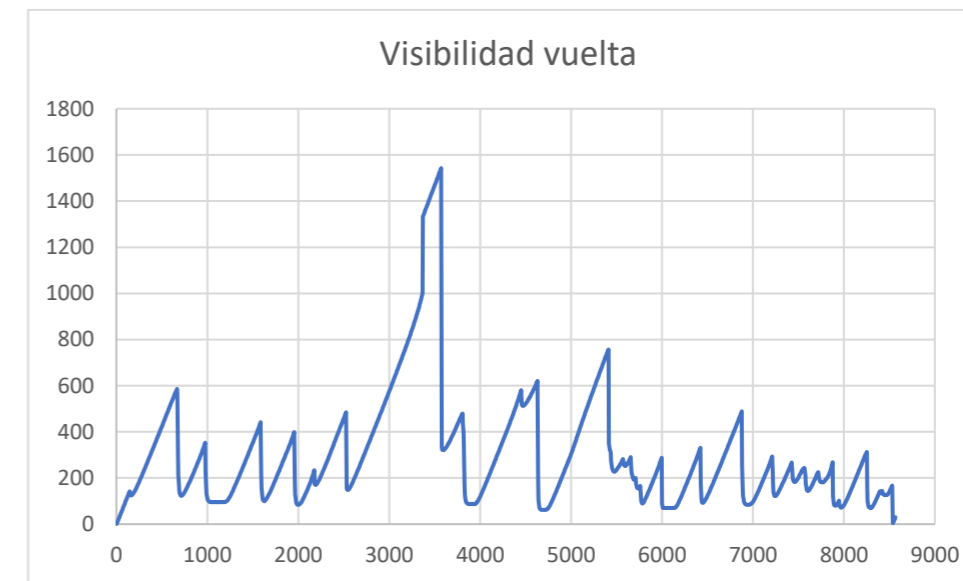


Figura 7: Comprobación visibilidad vuelta. (Fuente: Elaboración Propia)

10.2. PERFIL DE VISIBILIDADES Y DISTANCIA DE PARADA

Para localizar las zonas de carretera en las que dicha visibilidad es insuficiente se debe determinar la visibilidad de parada. La instrucción de Trazado 3.1- IC establece en su sección 3.2.1 el criterio para calcular la distancia de parada. Esta distancia es la que se requiere para detener un vehículo circulando a una determinada velocidad e incluye la distancia de percepción y reacción, más la distancia de frenado. La expresión que permite calcular la distancia de parada es:

$$D_p = \frac{(v \cdot t)}{3.6} + \frac{v^2}{254 \cdot (\mu + i)}$$

En donde:

- D_p : distancia de parada (m).
- v : Velocidad para el cálculo en km/h.
- t : tiempo de percepción y reacción (2s).
- μ : Coeficiente de rozamiento longitudinal (se obtiene en función de la velocidad).
- i : pendiente longitudinal en tanto por uno.

El coeficiente de rozamiento longitudinal adoptada para una velocidad de 40 km/h es de 0,432. Para el cálculo de la pendiente longitudinal, a pesar de disponer las inclinaciones de cada punto de la carretera, se ha considerado una inclinación nula con el fin de obtener un valor más restrictivo. Sustituyendo en la expresión anterior, se obtiene una distancia de parada de 36,8 metros:

$$D_p = \frac{(40 \cdot 2)}{3.6} + \frac{40^2}{254 \cdot (0.432 + 0)} = 36.8 \text{ m}$$

En el siguiente gráfico se representan las visibilidades de ida y vuelta junto con la distancia de parada, donde se comprueba que la visibilidad es mayor que la distancia de parada requerida por lo que no es necesario realizar ninguna acción para mejorar la visibilidad. No obstante, se observa que en el inicio y fin del diagrama de visibilidades converge a 0, pero no es algo significativo puesto que no representa la realidad. De acuerdo a lo estipulado en la instrucción, la visibilidad de parada debe ser superior a la distancia de parada calculada en base a la velocidad de proyecto.

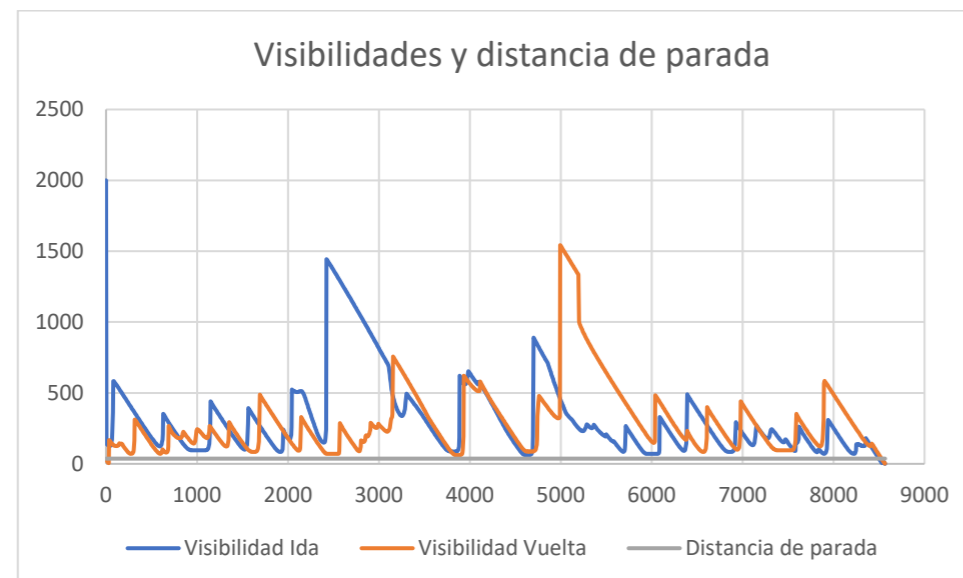


Figura 8: Gráfico de visibilidades y distancia de parada. (Fuente: Elaboración Propia)

Anejo N°6: FIRMES Y PAVIMENTOS



1.	OBJETO.....	3
2.	CATEGORÍA TRÁFICO PESADO	3
3.	DISEÑO DE LA EXPLANADA	3
4.	DISEÑO DEL FIRME	4
5.	DISEÑO DE LA MEZCLA BITUMINOSA.....	4
6.	RIEGO	7
7.	CONCLUSIONES	7

1. OBJETO

El objeto del presente anejo es llevar a cabo el estudio y diseño del firme de la carretera diseñada en la Marina de Cope. Para ello, se han tenido en cuenta las recomendaciones de la Norma 6.1.-IC "Secciones de firmes" de la instrucción de Carreteras, aprobada mediante Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre de 2003.

2. CATEGORÍA TRÁFICO PESADO

Según la normativa, uno de los factores que determinan la estructura del firme es la acción prevista del tráfico, especialmente del tráfico pesado, durante la vida útil de la misma. Por ello, se definen una serie de categorías de tráfico pesado, que dependerán de la intensidad media diaria de dicho tráfico para el año de puesta en servicio.

No ha sido posible obtener la IMD esperada para el año de puesta en servicio ya que se trata de una zona equipada mayoritariamente por caminos de tierra que no se equiparan a la nueva carretera propuesta. No obstante, se estima que la IMD no será mayor a 1.000 veh/día, valor suficientemente conservador para llevar a cabo los cálculos. De esa IMD, se considera que un 5% son vehículos pesados, resultando que circularán por la carretera 50 veh/día. Se considera que por cada carril irán la mitad del tráfico pesado, por lo que el flujo de vehículos pasados por carril es de 25.

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

Figura 1: Categoría de tráfico pesado T3 y T4. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

Luego, la categoría de tráfico pesado es T41.

3. DISEÑO DE LA EXPLANADA

Para la elección del tipo de explanada es fundamental conocer las propiedades del terreno existente en el lugar donde transcurre la traza de la carretera. En el Anejo Nº2 Geología y Geotecnia se concluye que la traza de la carretera discurre por material del cuaternario

indiferenciado y conglomerados y areniscas del terciario. Ambos suelos se consideran adecuados.

La norma establece tres categorías de explanada, en función del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2).

Al no disponerse del módulo de compresibilidad, se adopta como categoría de la explanada la E2.

Tabla 1: Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E _{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

En la siguiente imagen de las Normas 6.1. IC se encuentran todas las explanadas posibles en función del tipo de material existente en la explanación.

CATEGORÍA DE EXPLANADA	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 _{v2} ≥ 60MPa					
E2 E _{v2} ≥ 120MPa					
E3 E _{v2} ≥ 300MPa					

Figura 2: Tipos de suelos de explanada. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

Por lo tanto, para una explanada de categoría E2 y un suelo de la traza de la carretera adecuado, existen las 3 posibilidades para la formación de la explanada que se mencionan a continuación:

- 55 cm de suelo seleccionado (CBR \geq 10).
- 25 cm de suelo estabilizado in situ.
- 35 cm de suelo seleccionado (CBR \geq 20).

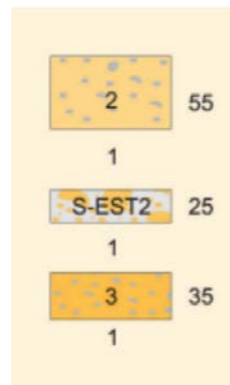


Figura 3: Posibles explanadas a elegir. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

Dado las características del terreno, se considera suficiente disponer de una explanada de 35 centímetros de suelo seleccionado.

4. DISEÑO DEL FIRME

Para el diseño del firme, se escoge la sección en función de la categoría de tráfico pesado (T41) y la categoría de la explanada (E2).

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 3112 MB 15 3114 HF 21 ZA 40	3211 MB 18 3212 MB 12 3214 HF 21 ZA 40	4111 MB 10 ¹⁾ 4112 MB 8 4114 HF 20 ZA 40	4211 MB 5 ¹⁾ 4212 MB 5 4214 HF 18 ZA 35
	E2	3121 MB 16 3122 MB 12 3124 HF 21 ZA 40	3221 MB 15 3222 MB 10 3224 HF 21 ZA 35	4121 MB 10¹⁾ 4122 MB 8 4124 HF 20 ZA 30	4221 MB 5 ¹⁾ 4222 MB 5 4224 HF 18 ZA 25
	E3	3131 MB 16 3132 MB 12 3134 HF 21 ZA 25	3231 MB 15 3232 MB 10 3234 HF 21 ZA 20	4131 MB 10 ¹⁾ 4132 MB 8 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 ¹⁾ 4232 MB 5 4234 HF 18 ZA 20

Esposes mínimos en cm

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

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

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

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con aravilla bicana como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Figura 4: Tipos de secciones de firme. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

Por lo tanto, los firmes posibles son:

- **4121:** 30 cm de zahorra artificial + 10 cm de mezclas bituminosas.
- **4122:** 25 cm de suelocemento + 8 cm de mezclas bituminosas.
- **4124:** 20 cm de hormigón de firme.

En la zona no se hace uso del firme de hormigón, por lo que la opción 4124 queda descartada. Se han valorado las dos opciones restantes y se considera que el uso de suelocemento es excesivamente caro y no se justifica en este caso. Finalmente, se escoge la opción 4121, con 30 cm de zahorra artificial y 10 cm de mezcla bituminosa.

5. DISEÑO DE LA MEZCLA BITUMINOSA

El paquete de firme contiene una capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa.
Para la elevación del tipo de ligante bituminoso, se estudiará el mapa de pluviometría y el térmico de la zona de estudio.

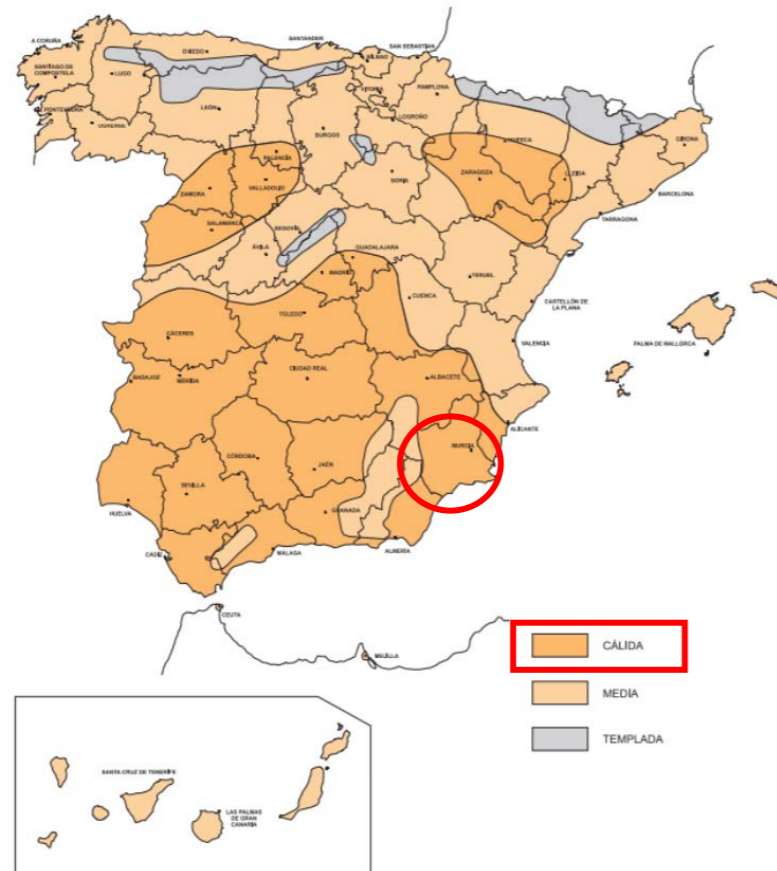


Figura 5: Mapa de zonas de temperatura de España. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

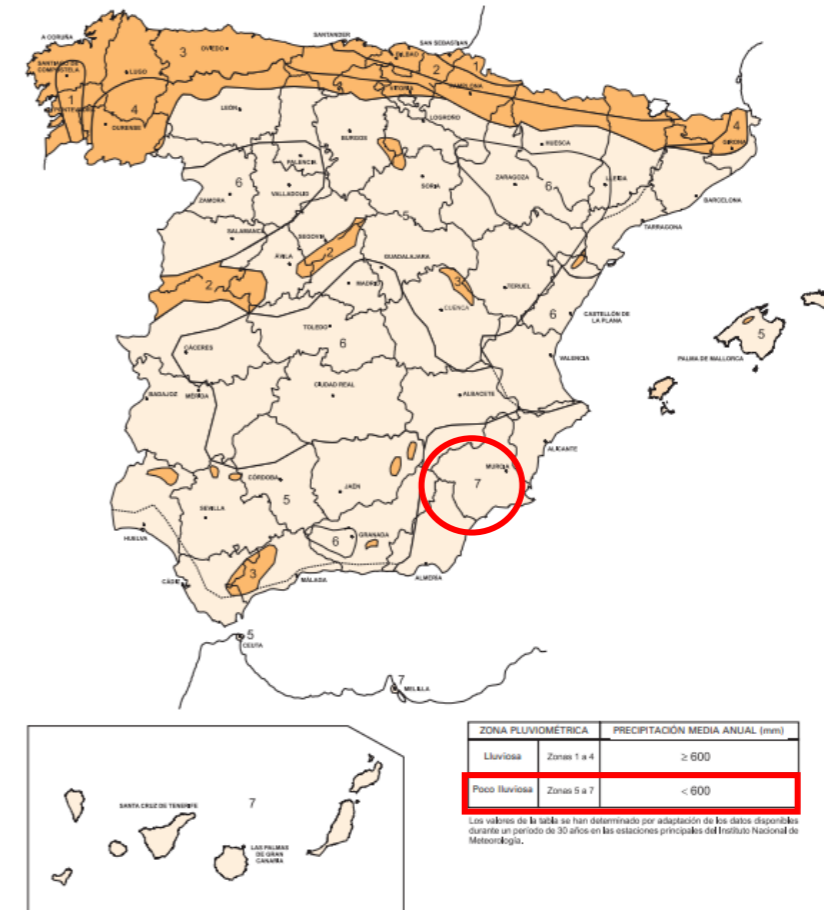


Tabla 6: Mapa de pluviometría de España. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

Murcia se encuentra en una zona cálida y de precipitación media anual a 600 mm; por lo tanto, es una zona poco lluviosa.

Los espesores de cada capa vendrán determinados por la Tabla 6. *Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente* de la Norma 6.1.-IC. “Secciones de firme”. Se intentará utilizar el menor número posible de capas para una mayor continuidad. Hay que tener en cuenta que las capas inferiores deben ser siempre más gruesas que las superiores.

Tabla 2: Tabla de espesores de la mezcla bituminosa. (Fuente: Norma 6.1.-IC).



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		2-3	
	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 arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Además, se tendrá en cuenta las tablas extraídas del PG-3: Tabla de posibles tipos y espesor de mezcla bituminosa, Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente y Tipo de ligante carbonado a emplear en la capa de base. Las 3 tablas se muestran a continuación:

Tabla 3: Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa. (Fuente: Norma 6.1.-IC).

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 AC22 bin S MAM (**)	5 - 10
Base	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM (***)	7 - 15
Arcenes (****)	AC16 surf D	4 - 6

Tabla 4. Tabla de posibles ligantes. Fuente: Norma 6.1.-I.C. "Secciones de firme".

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCESES	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 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 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 70/100 BC50/70	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		50/70 70/100 BC50/70	

Tabla 5. Tabla de posibles tipos de mezcla bituminosa. Fuente: Norma 6.1.-I.C. "Secciones de firme".

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
Cálida	35/50 BC35/50		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70	50/70 BC50/70
Media	PMB 25/55-65		50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Templada	50/70 70/100 BC50/70		70/100	

Se descarta poner capa intermedia ya que únicamente se dispone de 10 cm de mezcla bituminosa. Finalmente, se opta por 7 cm de capa base tipo AC22 base G y por 4 cm de rodadura de mezcla bituminosa tipo AC16 surf S.

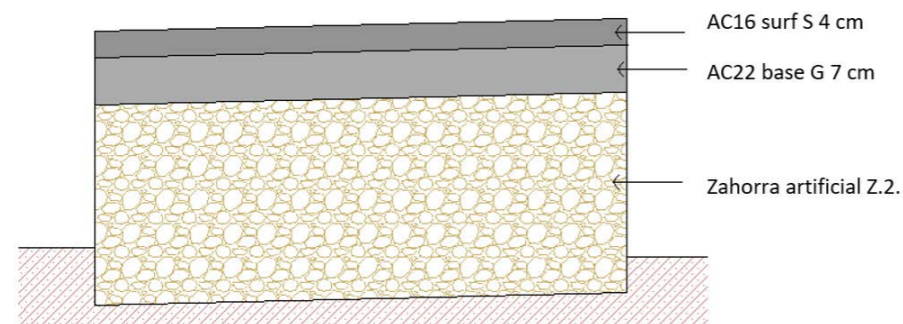


Tabla 7: Detalle de firme. (Fuente: Elaboración propia).

El ligante empleado para la capa intermedia y la de rodadura según la tabla 4 del PG3 será un betún tipo 50/70.

6. RIEGO

Se llevará a cabo un riego de imprimación sobre la capa granular previa la colocación de sobre esta de la capa de mezcla bituminosa y un riego de adherencia entre las capas de mezclas bituminosas.

6.1. RIEGO DE IMPRIMACIÓN

Se realizará el riego de imprimación entre la capa de zahorras y la mezcla bituminosa con emulsiones bituminosas especiales C60BF5 IMP sobre la capa de zahorra artificial. La finalidad de este tratamiento es que la imprimación penetre en la superficie de la base y cierre los huecos, endurezca la superficie y colabora con la ligazón de la capa asfáltica a colocar encima.

6.2. RIEGO DE ADHERENCIA

Con el fin de mejorar la adherencia entre la capa base y la de rodadura, se llevará a cabo un riego de adherencia sobre estas capas. En este caso, se considera oportuno el uso de un riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH.

7. CONCLUSIONES

En el presente anejo queda justificado el diseño del firme y pavimentos del Estudio de Alternativas de la nueva carretera de la Marina de Cope. A modo de resumen, se mencionan las distintas capas a disponer, desde el interior hacia el exterior:

- Explanada de 35 cm de espesor de suelo seleccionado.
- Base granular de zahorra artificial de 30 cm de espesor.
- Riego de imprimación entre base zahorras y capa base de mezcla bituminosa tipo C60BF5 IMP.
- Capa base AC22 base G de 7 cm de espesor.
- Riego de adherencia entre capas de mezclas bituminosas tipo C60B3 ADH.
- Capa de rodadura AC 16 surf S de 4 de espesor.

Anejo N°7: ESTUDIO DEL DRENAJE



1. INTRODUCCIÓN	3
2. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA.....	3
3. DRENAJE DE LA OBRA LINEAL	4
3.1. DRENAJE TRANSVERSAL.....	4
3.2. DRENAJE LONGITUDINAL.....	5
4. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el dimensionamiento y la definición de las obras de desagüe, justificándose su capacidad hidráulica y la ubicación de las mismas en las obras.

Los caudales de diseño o de avenida se obtienen del anejo 3 "Climatología e hidrología". Las obras de drenaje transversal se dimensionan para un periodo de retorno de 100 años, siguiendo con las recomendaciones de la vigente Instrucción dada por Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2- IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

El drenaje longitudinal de la carretera se dimensiona para un periodo de retorno de 25 años.

2. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

Para llevar a cabo las comprobaciones hidráulicas de los elementos lineales deben cumplirse los siguientes dos puntos:

- Capacidad hidráulica de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto (Q_p).

$$Q_{CH} = \frac{J^{\frac{1}{2}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot S_{m\acute{a}x}}{n} \geq Q_p$$

$$R_H = \frac{S}{P}$$

Donde:

Q_{CH} : Capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Expresa el caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal.

J (Adimensional): Pendiente geométrica del elemento lineal.

$S_{m\acute{a}x}$: Área de la sección transversal ocupada por la corriente

n ($s/m^{1/3}$): Coeficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal.

R_H : Radio hidráulico.

S (m^2): Área de la sección transversal ocupada por la corriente.

P(m): Perímetro mojado.

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

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

Figura 1. Coeficiente de rugosidad según el tipo de material. (Fuente: Instrucción 5.2. IC).

- La velocidad media del agua para el caudal de proyecto debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

$$V_p = \frac{Q_p}{S_p} \leq V_{m\acute{a}x}$$

En donde:

S_p (m²): Área de la sección transversal ocupada por la corriente para el caudal de proyecto.

$V_{m\acute{a}x}$: Velocidad máxima admisible en el elemento de drenaje transversal.

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

Nota: Además de las variaciones debidas al distinto comportamiento de los materiales comprendidos en las categorías genéricas de esta tabla, los valores superiores son admisibles para situaciones esporádicas, mientras que los valores más bajos son para situaciones frecuentes.

Figura 2. Velocidad máxima del agua. (Fuente: Instrucción 5.2. IC).

La relación entre la velocidad media y la velocidad máxima tiene que ser inferior a 1, esto se traduce en comprobar que la relación entre el caudal de proyecto y el caudal máximo es inferior a 0,5.

3. DRENAJE DE LA OBRA LINEAL

El sistema de drenaje de una obra lineal se corresponde con el conjunto de obras cuya funcionalidad es evitar daños que las aguas pluviales, superficiales o subterráneas puedan causar en la vía. Par el diseño del adecuado sistema de drenaje superficial para la actuación propuesta, se distinguirán entre obras de drenaje transversal y obras de drenaje longitudinal, las cuales se desarrollan a continuación:

3.1.DRENAJE TRANSVERSAL

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal a través de las obras de fabrica ejecutadas para tal. Los caudales de proyecto a considerar son los correspondientes a las cuencas principales definidas en el anejo 3 “Climatología e hidrología”

Se dispondrán ODT a disponer son obras de sección cerrada, tipo tupo o marco.

La metodología a seguir para el diseño del drenaje transversal se plantea de la siguiente manera:

1. Definición de la cuenca, del cauce y del punto de cruce.
2. Cálculo del caudal de proyecto.
3. Elección de la tipología y dimensiones de la ODT.
4. Comprobación hidráulica de la ODT.

Los puntos 1. y 2. se desarrollaron en el Anejo 3: Climatología e hidrología. En este apartado se definieron las características físicas 6 cuencas afectadas por la carretera diseñada, así como sus caudales de avenida. Los resultados obtenidos para un periodo de retorno de 100 años se muestran a continuación:



Figura 3. Delimitación de cuencas principales. (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 1: Caudales para T=100 años. (Fuente: Elaboración propia).

Caudal de avenida (Qt) T=100					
Cuenca	I(T,tc)	C	Área (km2)	kt	Qt (m3/s)
1	88.57	0.4222	0.3030	1.04	3.258
2	78.55	0.4222	0.5961	1.05	5.739
3	72.66	0.4198	1.2776	1.05	11.389
4	77.69	0.4222	0.9255	1.05	8.823
5	93.88	0.4222	0.4436	1.03	5.036
6	107.03	0.4222	0.3640	1.02	4.677

Para el dimensionamiento de la ODT, en primer lugar, se comprueba si con tubos de hormigón armado prefabricados (TAH) con diámetro de 1.8 metros (el mínimo exigido por la normativa para salvar la longitud existente) cumple que su capacidad sea mayor al caudal de avenida.

Tabla 2: Longitud mínima a salvar por una ODT. (Fuente: Elaboración propia).

L (m)	D _L (m)
L (m) < 3	D _L (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D _L (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D _L (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D _L (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D _L (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D _L (m) ≥ 1,8

Para el cálculo de la capacidad de la ODT, se ha tomado como 5 la velocidad admisible para el hormigón. El valor del coeficiente de Manning se extrae de la Figura 1, 0,012 para tubos de hormigón.

Se ha de disponer un total de cinco ODT, correspondientes a cada una de las cuencas tal y como se puede observar en la Figura 3.

Se ha llevado a cabo el cálculo de las ODT con las dimensiones del tubo elegido para el predimensionamiento donde se cumple la relación en todas las ODT a diseñar.

Tabla 3: Valores de dimensionamiento de las ODT diseñadas. (Fuente: Elaboración propia).

ODT	Qp	Dmin	Tipo	D (m)	Pendiente (m)	S máx (m)	Pendiente (m)	RH (m)	Qch (m3/s)	Qp/Qmax	Comprobación
1	3.258	1.8	Tubo	1.8	0.25	2.54	5.65	0.45	62.15	0.052	Cumple
2	5.739	1.8	Tubo	1.8	0.3	2.54	5.65	0.45	68.08	0.084	Cumple
3	11.389	1.8	Tubo	1.8	0.3	2.54	5.65	0.45	68.08	0.167	Cumple
4	8.823	1.8	Tubo	1.8	0.25	2.54	5.65	0.45	62.15	0.142	Cumple
5	5.036	1.8	Tubo	1.8	0.4	2.54	5.65	0.45	78.61	0.064	Cumple
6	4.677	1.8	Tubo	1.8	0.4	2.54	5.65	0.45	78.61	0.059	Cumple

3.2.DRENAJE LONGITUDINAL

En este apartado se lleva a cabo el cálculo y dimensionamiento de las cunetas necesarias para poder evacuar el agua procedente de la escorrentía superficial en la zona en donde se ubica la carretera proyectada. Los cálculos para el diseño del drenaje longitudinal se realizan considerando un periodo de retorno de 25 años.

Se entiende por drenaje longitudinal los siguientes elementos: cunetas a pie de desmonte, las bajantes y las cunetas de terraplén.

En los tramos en desmonte, el agua será recogida por una cuneta lateral dispuesta a lo largo del tramo, realizándose el vertido sobre el terraplén contiguo u obras de drenaje transversal.

La escorrentía superficial en las zonas de terraplén se recogerá mediante caces de coronación y bajantes. Tal y como establece la norma 5.2-IC de Drenaje Superficial, se evitará la circulación de agua procedente de la plataforma por los espaldones, por ello se dispondrán caces de coronación en los límites de los terraplenes y bajantes cada 50 metros. El agua captada se guiará adecuadamente por cunetas de pie de terraplén hacia puntos de vertido u obras de drenaje transversal.

El agua circulante por las márgenes de la plataforma será transportada por las cunetas.

Para el dimensionamiento de las cunetas, se va a comprobar la más solicitada; es decir, aquella que recoge el agua para la mayor área de desmonte dado a lo largo del trazado de la carretera. Esta comprobación se realiza para las inclinaciones mínima y máxima de la carretera.

El caudal a evacuar por las cunetas se determina según la Norma 5.2.-IC Drenaje Superficial para un periodo de retorno de 25 años.

$$Q_P = \frac{I \cdot C \cdot A}{3,6} \cdot K$$

$$I = \frac{P_d \cdot k_A}{24}$$

Donde

Q_P (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente a T, en el punto de desagüe de la cuenca.

I (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida.

C (Adimensional): Coeficiente medio de escorrentía.

A: Área de vertiente a la cuneta.

P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno 25 años.

k_A (Adimensional): Factor reductor de la precipitación.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24} = \frac{103.40 \cdot 1}{24} = 4.31 \text{ mm/h}$$

$$Q_P = 0.019 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se comprueba la capacidad hidráulica y velocidad máxima admisible para una cuneta trapezoidal con las siguientes características:

- Talud interior de la cuneta: 1:1
- Anchura de talud interior de cuneta: 0.20 m.
- Anchura inferior: 0.20 m.
- Talud exterior de cuneta 1:1
- Anchura talud exterior de cuenta: 0.20 m.

Caso 1: condición de desmorte

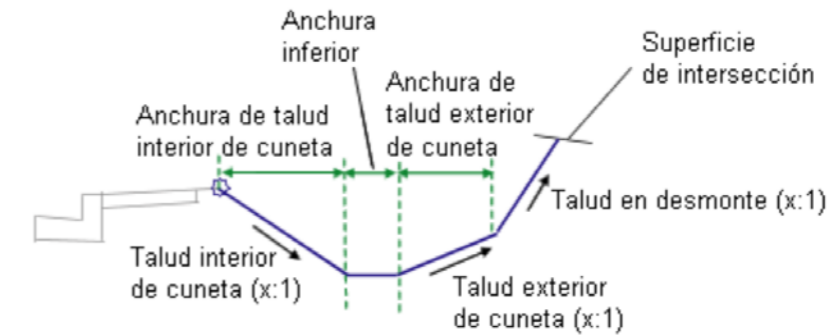


Figura 4. Características de las cunetas en desmorte. (Fuente: AutoCAD Civil 3D).

El dimensionamiento de las cunetas se realiza para las inclinaciones máxima y mínima haciendo uso de la fórmula de Manning-Stirckler, para flujo en lámina libre. De esta forma se comprueba si la cuneta es capaz de soportar el caudal máximo.

Tabla 4: Comprobaciones para el dimensionamiento de la cuneta. (Fuente: Elaboración propia).

Cuneta	Qp	Área cuneta	Inclinación (%)	Perímetro	Qch	Qp/Qmax	Comprobación
	0.019	0.08	0.43	0.76	0.09746019	0.1949514	Cumple
		0.08	7.35	0.76	0.40293656	0.04715382	Cumple

4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se dispondrá de un total de 6 obras de drenaje transversal para poder desaguar el agua procedente de las 6 cuencas principales. Todas las ODT se diseñarán con tubos de hormigón armado prefabricado de sección circular de 1,8 m de diámetro.

En cuanto al drenaje superficial, se resolverá disponiendo de una cuneta a pie de desmorte y cunetas de pie de terraplén de sección trapezoidal de anchura interior y exterior 0,20 metros, profundidad de 0,20 metros y taludes de 1:1. El agua se conducirá mediante caces de coronación y bajantes.

Anejo N°8: PLAN DE OBRA



1. INTRODUCCIÓN	3
2. DURACIÓN DE CADA ACTIVIDAD.....	3
3. DIAGRAMA DE GANTT	3
4. TIMELINER.....	3



1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se desarrolla el programa de trabajos de la obra a nivel de proyecto. Para ello, se definen las actividades que intervienen y los equipos necesarios para realizar cada una de ellas, estimando sus rendimientos y así obtener el tiempo necesario para ejecutar cada tarea y proponiendo un orden de ejecución lógico.

2. DURACIÓN DE CADA ACTIVIDAD

El primer paso para la elaboración del plan de obra ha sido la definición de las actividades y las unidades de obra incluidas en dichas actividades. Para cada una de ellas se obtiene su medición.

Para la estimación de la duración de cada actividad, se tienen en cuenta unos rendimientos unitarios óptimos. Los rendimientos se extraen de la base de datos de la empresa Pavimentos Asfálticos Lario, S.L. Destacar que estos rendimientos son orientativos, y que podrían cambiar en función de la empresa adjudicataria de la obra.

El rendimiento de trabajo considerado queda por otro lado minorado por una serie de coeficientes reductores, con el fin de repercutir en la planificación, posibles imprevistos en el ritmo normal de ejecución de la obra que pueden surgir en cualquier momento de la misma. La forma de obtención de este coeficiente reductor por tipo de actividad queda indicada en la siguiente tabla adjunta.

Tabla de coeficientes correctores	Factores de reducción de rendimientos	Valores adoptados	
Coeficiente Climatológico (Ct)	Condiciones meteorológicas, temperatura y humedad estacionales, las condiciones del suelo.	Demoliciones	0,80
		Canaliz. y Serv.	0,75
		Hormigones	0,9
		Pavimentos MBC	0,80
		Otros	0,90
Coeficiente eficiencia horaria (Ch)	Condiciones ligadas al tipo de actividad como imprevistos, cambios de tajo, tiempo de espera y descansos, peligrosidad, tipicidad de las tareas.	Valor medio	0,95
Coeficiente común (Cc)	Condiciones externas al trabajador como economía de la zona, situación económica, aspectos laborales y sectoriales.	Valor medio	0,95

Figura 1. Factores de reducción de rendimientos. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se adjunta el cuadro de rendimientos del Trabajo Final de Máster a efectos de cálculo de la duración de cada una de las actividades.

Equipo de obra	Actividad	Mediciones y Rendimientos					Duración de cálculo				
		Coeficientes correctores					Total días G=A/F	Jornadas / equipo	Nº equipos	Jornadas totales	
		Medición A	Rdto diario referencia B	Ct C	Ch D	Cc E					RENDIMIENTO CORREGIDO (rend./día) F= B*C*D*E
CAP 1. DEMOLICIONES											
OBRA CIVIL	m2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO	77,925.00	3850.00	0.90	0.95	0.95	3,127.16	24.92	25.00	1.00	25
PAVIMENTACIONES	m3 FRESADO DE FIRME DE MEZCLA BITUMINOSA	722.50	250.00	0.80	0.95	0.95	180.50	4.00	5.00	1.00	5
CAP 2. MOVIMIENTOS DE TIERRA											
OBRA CIVIL	m3 DESMONTE EN TIERRAS, CON MEDIOS MECÁNICOS	150,000.00	3,750.00	0.90	0.95	0.95	3,045.94	49.25	50.00	1.00	50
OBRA CIVIL	m3 TERRAPLÉN MATERIAL SELECCIONADO	190,000.00	4,500.00	0.90	0.95	0.95	3,655.13	51.98	52.00	1.00	52
OBRA CIVIL	m3 SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO	41,835.50	3,500.00	0.90	0.95	0.95	2,842.88	14.72	15.00	1.00	15
CAP 3. DRENAJE											
OBRA CIVIL	m TUBO DE HORMIGÓN ARMADO D=1800 MM	60.00	15.00	0.90	0.95	0.95	12.18	4.92	5.00	1.00	5
OBRA CIVIL	m CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA DE HORMIGÓN	23,906.00	350.00	0.90	0.95	0.95	284.29	84.09	85.00	1.00	85
CAP 4. FIRMES Y PAVIMENTOS											
PAVIMENTACIONES	m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Z.2.	39,235.50	2,500.00	0.80	0.95	0.95	1,805.00	21.74	22.00	1.00	22
PAVIMENTACIONES	m2 CAPA BASE AC22, BASE G e=7 cm	130,789.50	3,500.00	0.80	0.95	0.95	2,527.00	51.76	52.00	1.00	52
PAVIMENTACIONES	m2 CAPA RODADURA AC16, SURF S e=4 cm	130,789.50	5,250.00	0.80	0.95	0.95	3,790.50	34.50	35.00	1.00	35
CAP 5. SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA											
SEÑALIZACIÓN	m MARCA VIAL DISCONTINUA ACRÍLICA 10 CM	8,247.00	1,500.00	0.90	0.95	0.95	1,218.38	6.77	7.00	1.00	7
SEÑALIZACIÓN	m MARCA VIAL CONTINUA ACRÍLICA 10 CM	23,906.00	1,500.00	0.90	0.95	0.95	1,218.38	19.62	20.00	1.00	20
SEÑALIZACIÓN	m MARCA VIAL CONTINUA ACRÍLICA 15 CM	11,953.00	1,500.00	0.90	0.95	0.95	1,218.38	9.81	10.00	1.00	10
SEÑALIZACIÓN	m2 PINTURA TERMOPLÁSTICA EN CEBRADOS	62.50	60.00	0.90	0.95	0.95	48.74	1.28	2.00	1.00	2
SEÑALIZACIÓN	m2 PINTURA TERMOPLÁSTICA EN SÍMBOLOS	12.00	60.00	0.90	0.95	0.95	48.74	0.25	1.00	1.00	1
SEÑALIZACIÓN	u SEÑAL TRIANGULAR REFLECTANTE I=60 CM	4.00	5.00	0.90	0.95	0.95	4.06	0.98	1.00	1.00	1
SEÑALIZACIÓN	u SEÑAL CIRCULAR REFLECTANTE I=60 CM	8.00	5.00	0.90	0.95	0.95	4.06	1.97	2.00	1.00	2
SEÑALIZACIÓN	u SEÑAL OCTOGONAL DE TENECIÓN OBLIGATORIA	2.00	5.00	0.90	0.95	0.95	4.06	0.49	1.00	1.00	1
SEÑALIZACIÓN	u BOLARDO BALIZA h-50	6,500.00	550.00	0.90	0.95	0.95	446.74	14.55	15.00	1.00	15

Figura 2. Cálculo de duración de las actividades. Fuente: Elaboración propia.

3. DIAGRAMA DE GANTT

Con los datos de duración de cada actividad estimados, se ha elaborado un diagrama de Gantt que define la cronología del proceso constructivo de la obra. Se supone el inicio de las obras en el mes de enero del año 2022 y finalmente concluirían a finales del mes de septiembre de 2023. En el Anexo I Plan de obra se adjunta el diagrama de Gantt.

Para la confección del programa se han supuesto días de 8 horas de jornada, así como 40 horas semanales. Los meses se han considerado de 30 días naturales.

Por todo ello, puede deducirse que la programación efectuada es, no solo fiable, sino que además tiene incorporados márgenes suficientes para suponerla segura y susceptible de ser cumplida durante la ejecución de la obra, asumiendo los imponderables que puedan surgir.

4. TIMELINER

La conexión del programa de trabajo con el modelo diseñado se ha llevado a cabo con el software Navisworks, en su versión Manage 2019.

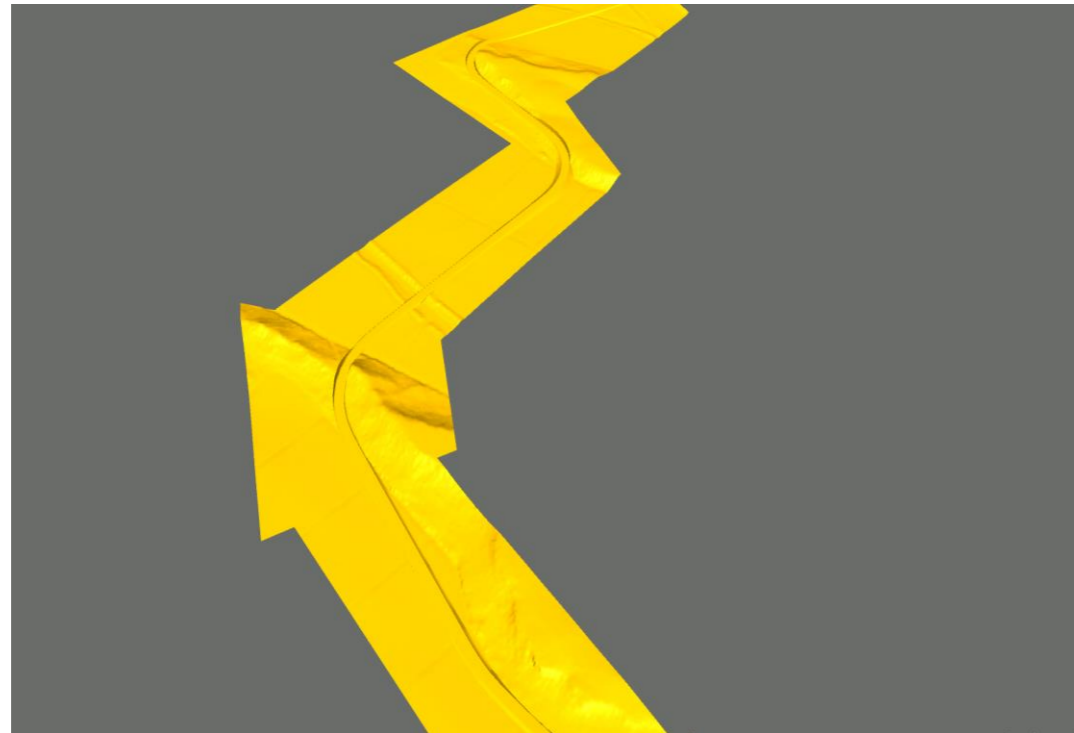


Figura 3. Tramo de carretera con inicio de los trabajos de movimiento de tierras. Fuente: Elaboración propia.

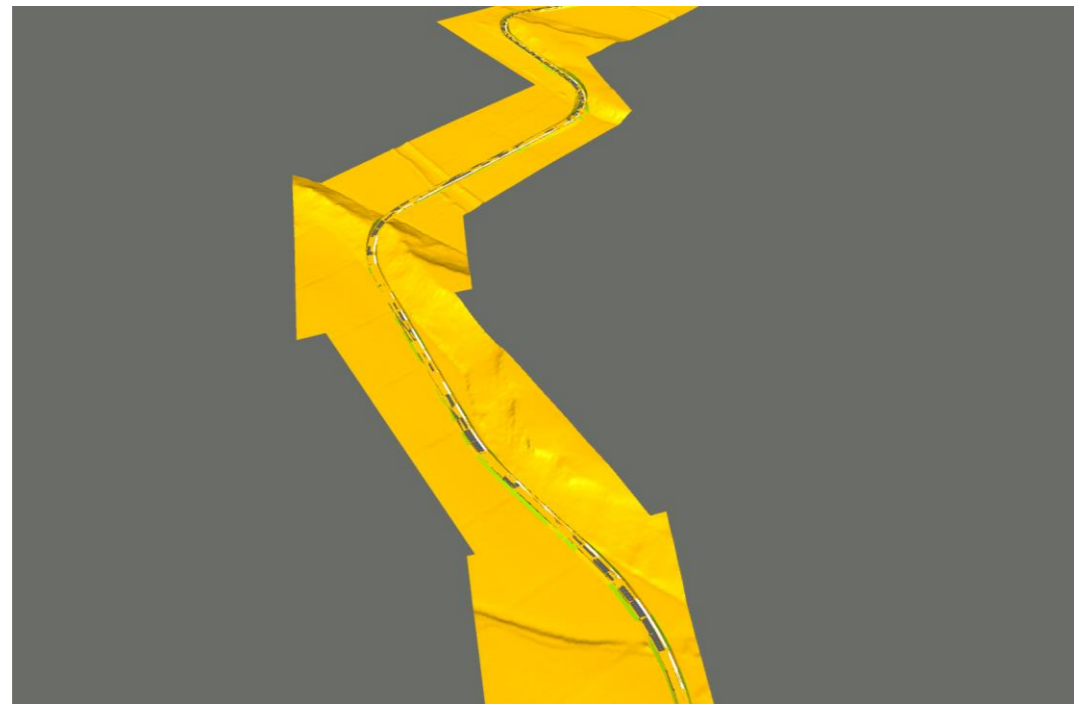
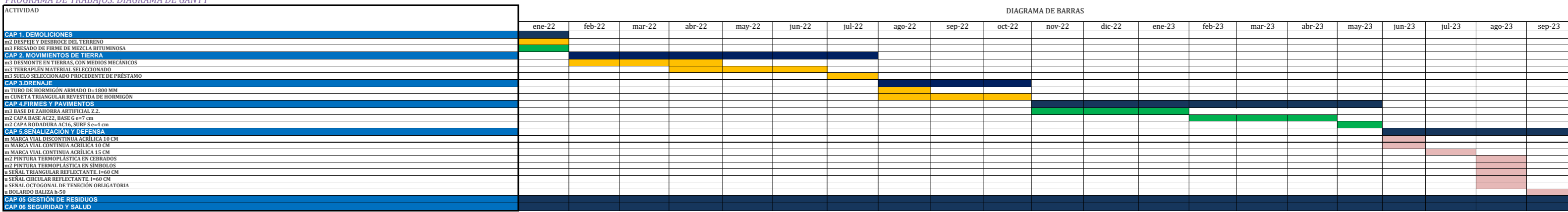


Figura 4. Tramo de carretera con acabado de firmes y pavimentos. Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORLA DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

PROGRAMA DE TRABAJOS. DIAGRAMA DE GANTT



Anejo N°9: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



1.1. INTRODUCCIÓN.....	3	5.3. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	21
1.1. DESCRIPCIÓN	3	5.4. SUELOS	21
1.2. ANTECEDENTES	3	5.5. PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	21
1.3. NORMATIVA APLICABLE	3	5.6. PROTECCIÓN DE LA FAUNA.....	22
2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN Y SUS ACCIONES DERIVADAS.....	3	5.7. PAISAJE	22
2.1. ESTADO ACTUAL.....	3	5.8. PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL.....	22
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	4	6. CONCLUSIONES	23
2.3. ALTERNATIVAS PLANTEADAS	4		
3. INVENTARIO AMBIENTAL	5		
3.1. CLIMA	5		
3.2. GEOLOGÍA.....	5		
3.3. LITOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA	5		
3.4. FLORA Y VEGETACIÓN	5		
3.5. FAUNA	5		
3.6. PAISAJE	5		
3.7. MEDIO MARINO	6		
3.8. RUIDO	6		
3.9. RIESGOS NATURALES	7		
4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	7		
4.1. METODOLOGÍA.....	7		
4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	7		
4.2.1. ACCIONES DEL PROYECTO QUE PRODUCEN IMPACTOS.....	7		
4.2.2. FACTORES DEL MEDIO IMPACTADOS	8		
4.3. MATRIZ CAUSA-EFECTO	8		
4.4. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.....	11		
4.5. VALORACIÓN DE IMPACTOS	16		
5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.....	21		
5.1. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	21		
5.2. PROTECCIÓN CONTRA RUIDOS Y VIBRACIONES	21		



1. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN

En el presente anejo se va a desarrollar un estudio de impacto ambiental que permita conocer y evaluar el impacto ambiental, tanto positiva como negativamente, en cada una de las etapas de construcción y explotación de la infraestructura para cada una de las alternativas planteadas.

Para ello, se localizará y describirá brevemente el proyecto, su objetivo y el alcance de los trabajos, sus características y peculiaridades, identificando acciones susceptibles de causar un impacto sobre el medio ambiente en las diferentes fases de construcción y explotación.

Se llevará a cabo un inventario ambiental, analizando los diferentes componentes del medio susceptibles de ser modificados o alterados. Por último, se identificarán y valorarán los impactos.

1.2. ANTECEDENTES

El emplazamiento de la actuación que se pretende llevar a cabo se sitúa en la Marina de Cope, llanura costera enclavada entre los municipios de Águilas y Lorca (Murcia) (ver *Anejo N°1: Antecedentes y estado actual*).

La Marina de Cope es una de las pocas áreas no urbanizadas de la costa Mediterránea española y cuenta con grandes valores ecológicos, paisajísticos y geomorfológicos, que también incluye 700 hectáreas de hábitats reconocidos internacionalmente entre los que se encuentra ecosistemas marinos prioritarios.

Cabo Cope y Puntas de Calnegre, espacio natural protegido donde se ubica la Marina de Cope. Fue declarado parque regional por la legislación de la Comunidad Autónoma de Murcia (Ley de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia de 1992). Se encuentra incluido dentro de la ZEPA Sierra de la Almenara, Moreras y Cabo Cope y está declarado también como LIC (Lugar de Importancia Comunitaria): LIC Calnegre y LIC-Cabo Cope.

Por ello, la evaluación ambiental resulta imprescindible dada la zona en donde se ubica la actuación.

1.3. NORMATIVA APLICABLE

En un proyecto de obra civil hay varias Leyes y ordenanzas que cumplir relativas al impacto ambiental. A continuación, se diferencia entre la legislación europea y la estatal:

- Legislación europea:
 - o Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
 - o Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Legislación estatal:
 - o Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Actualmente la normativa básica estatal sobre la evaluación de impacto ambiental es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental. Esta ley incorpora la Directiva 2001/42/CE y la Directiva 2011/92/CE. Según dicha ley, el proyecto debe someterse a la evaluación ambiental simplificada (título II, capítulo II, sección 2.ª) ya que este tipo de actuación se incluye dentro del *Anexo II Grupo 7. Proyectos de Infraestructuras i) Construcción de variantes de población y carreteras convencionales no incluidas en el anexo I de referida Ley.*

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN Y SUS ACCIONES DERIVADAS

2.1. ESTADO ACTUAL

Nos encontramos ante una zona sin prácticamente incidencia humana y un paisaje costero completamente virgen. En cuanto al impacto humano, se observa puntualmente determinadas construcciones de viviendas unifamiliares aisladas y también el viario descrito en el *Anejo N°1: Antecedentes y estado actual*.

La RM-D15, carretera por donde se accede a la zona desde Calabardina (Águilas), se encuentra en mal estado de conservación y posee una sección escasa, careciendo de arcenes y carril bici. El carril bici en esta zona sería de gran interés ya que es común que en época estival los usuarios paseen o hagan rutas en bicicleta por la Marina de Cope.



2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El objetivo del Trabajo Final de Master es la redacción de un estudio de alternativas de una carretera que mejore la accesibilidad al litoral de la Marina de Cope. Para ello, se propone un total de tres alternativas y se estudian estas, más la opción de no realizar ninguna actuación. Todas las alternativas planteadas tienen su inicio en la RM-D15, en el fin de la pedanía de Calabardina, y su final en la RM-D20. En algunas zonas se reutiliza la traza ya existente, mejorando su geometría y sección. Además, se incorpora un carril bici a lo largo de todo el trazado. De esta forma quedará conectada Águilas con la Marina de Cope, ya que en noviembre de 2019 se aprobó el Proyecto del Carril Bici Junto a la Carretera RM-D15 P.K. 0+025 al 0+923, donde se realiza un carril bici en el tramo de la RM-D15 que conecta el municipio de Águilas con Calabardina.

A continuación, se citan las obras de mayor relevancia que se realizarán:

- Movimientos de tierras:

El volumen de desmonte se ha estimado en 150.000 m³ y el de terraplén en 190.0000 m³, resultando unas necesidades de vertedero de 40.000 m³.

- Estimación de los residuos:

El real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación Ambiental de proyectos, en su Artículo 7, apartado 1.a señala que los estudios de impacto ambiental tendrán una: "(...) Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes".

En este caso, el material estimado de vertedero es de 40.000 m³ aproximadamente. Este material será transportado a una planta de gestión de residuos próxima a la zona. A modo de ejemplo, se propone una empresa que podría encargarse de la gestión de residuos, denominada Pavimentos Asfálticos Lario, situada en Lorca a 45 km de distancia de la obra, la cual cuenta con una Planta de RCD's.

También habrá que tener en cuenta los materiales procedentes de los movimientos de tierra, a priori estos se podrían agrupar según su empleo:

- Excavación en desmonte.
- Material no apto.
- Material para el núcleo del terraplén.
- Suelo seleccionado para la formación de explanada.
- Tierra vegetal para cubrir taludes de desmonte y terraplén.

A efectos, se debe tener en cuenta que el exceso de tierras debería ser valorizado, según la definición recogida para este término en la Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados. En el caso de no ser posible su reutilización, este exceso de tierras debería ser eliminado en vertedero controlado de residuos inertes.

Por ello, todo material (residuos) sobrante de la construcción, demolición y procedente del movimiento de tierras que no pueda ser aprovechado se llevará a vertederos mediante una empresa gestora de residuos.

2.3. ALTERNATIVAS PLANTEADAS

En el Anejo Nº4 Estudio de Alternativas se definen las alternativas planteadas en este trabajo. Se estudian un total de 4 posibles soluciones, la alternativa 0 (no actuación) y tres alternativas con una nueva propuesta de trazado en planta. Todas ellas tienen su inicio en el PK 3+219 de la carretera RM-D15 (donde finaliza la pedanía de Calabardina) y su fin en la intersección con la RM-D20.

Para la elección de la alternativa más óptima, se escoge el método multiatributo Analytic Hierarchy Process (AHP), que es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados que suelen entrar en conflicto.

Finalmente, se obtiene que la Alternativa 2 es la mejor alternativa en función de los 4 criterios y de la importancia de estos criterios, con una ponderación del 34,47%, seguida de la Alternativa 1 con un 29,59%. La no actuación es la peor opción en este caso, con un 15,39%.



3. INVENTARIO AMBIENTAL

3.1. CLIMA

El clima de Águilas se conoce como un clima de estepa local. No se dan excesivas precipitaciones en Águilas al año. El clima es considerado BSh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura aquí es en promedio 18.1 °C.

3.2. GEOLOGÍA

En la Marina de Cope aflora principalmente, aunque de forma dispersa el Complejo Alpujárride, compuesto principalmente por materiales sedimentarios del Trías como cuarcitas, micaesquistos, filitas y conglomerados, que pueden localizarse por ejemplo en Cala Blanca. Ligados a estos materiales, en la posición suroeste y noroeste de la zona de Marina de Cope, aparecen micaesquistos y filitas del Triásico inferior.

Otros materiales que aparecen en la marina son areniscas y conglomerados del Terciario, que se distribuyen en áreas interfluviales, casi siempre a modo de bandas perpendiculares a la costa. Finalmente, los depósitos aluviales responden a sucesos recientes de escorrentía por erosión de los relieves del entorno, principalmente de la cadena de Sierras del Lomo de Bas y Almenara.

3.3. LITOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA

En la Marina de Cope, los suelos son resultado de la litología circundante y las características climáticas de este entorno, que ha supuesto la acumulación de materiales detríticos sobre los más antiguos del Alpujárride de origen metamórfico. Aunque en esta zona también aparece el regosol litosólico, abundan suelos pertenecientes al grupo de los calcisoles, en ambos casos típicos de zonas áridas.

Son igualmente muy relevantes los valores geomorfológicos y paleogeográficos de la línea costera de esta zona, destacando las playas y dunas fósiles eutirrenienses. Así mismo, el registro geológico hallado -que se remonta unos 6 millones de años- y el sistema de dunas fósiles que presenta la marina en su banda litoral resaltan la excelente oportunidad de investigación que ofrece este espacio, pues, por ejemplo, el estudio minucioso de la restinga y cordón dunar de La Marina de Cope, podría ayudar a pronosticar la evolución que podría darse en el futuro debido al cambio climático.

3.4. FLORA Y VEGETACIÓN

La Marina de Cope destaca por su gran valor de la flora. Se observan plantas de menor porte como las albardas, las lavandas, los tomillos o las esparragueras. Destacable es la población de sabina negral en Cabo Cope, que se encuentra separada del resto de su área de distribución. Concretamente, en el litoral de la Marina de Cope, el suelo es colonizado por una comunidad de saladar y albardinal. La franja litoral, con playas y dunas fósiles, donde la influencia del mar es más patente, representa el hábitat para especies como la margarita del mar o el cuernecillo de mar.

3.5. FAUNA

El patrimonio faunístico es uno de los grandes valores del Parque. La variedad de ambientes posibilita el asentamiento de una fauna variada. Reptiles como el lagarto ocelado, la lagartija colirroja, el eslizón ibérico o la amenazada tortuga mora, y mamíferos como el conejo y el zorro.

Las aves son un grupo bien representado y diversificado. En la costa no es difícil comprobar la existencia de gaviotas, cormoranes y pardelas. Hacia el interior, en las tierras llanas de la marina de Cope se refugian, entre otros, cogujadas, terreras y alcaravanes, y en los matorrales que tapizan los montes la Tarabilla común, la Curruca cabecinegra o el Camachuelo trompetero.

3.6. PAISAJE

La Marina de Cope parece tener su origen en el hundimiento por subsidencia de la franja más occidental de la plataforma continental, que ha dado lugar a una llanura irregular con pequeños cerros, surcada por una compleja red de cauces de tipo dendrítica, con un perfil de las ramblas en forma de uve e interfluvios convexos. Los materiales de tipo continental de esta unidad, con múltiples abanicos fluviales, son de origen cuaternario y proceden en su mayor parte de los relieves cercanos, en especial del conjunto de Lomo de Bas.

Como característica geomorfológica destacable en la marina se presentan el sistema dunar y restinga de Cope, que constituyen paisajes de gran valor geoambiental y patrimonial, dada la escasez de estas formaciones en buen estado de conservación debido a la intensificación de

usos. Son sistemas que integran procesos diversos hidrodinámicos, sedimentológicos y geomorfológicos, cuyo equilibrio dinámico configura el perfil litoral.

La restinga fosilizada de Marina de Cope, resultado del paulatino ascenso del nivel marino mediterráneo después del último periodo glacial, conforma un ambiente de transición marítimo-terrestre y tiene una función crítica en la estabilidad de la costa. Constituye un registro excelente de la evolución de los factores pasados, pero también recientes y actuales que forma la dinámica litoral.



Figura 1: Fotografía de la Marina de Cope tomada desde Cabo Cope. (Fuente: Elaboración propia).

3.7. MEDIO MARINO

El medio marino abarca los tres hábitats de interés comunitario tutelados por la “Directiva Hábitats” propios de este tipo de costa mediterránea, muy bien representados y conservados, con más de 700 hectáreas, entre las que dominan las praderas de Posidonia, entre los niveles batimétricos de -2 a -30 metros, y también son de destacar los arrecifes costeros. En los fondos marinos del entorno de Marina de Cope se han inventariado 45 especies protegidas por diferentes normativas, convenios y directivas internacionales.

En el límite entre la tierra y el mar encontramos arrecifes de vermétidos (que los podemos considerar como nuestros arrecifes del Mediterráneo) creados por el molusco *Dendropoma petraeum* junto con algunas especies de algas como *Spongites notarisii*. En España, solamente en las costas de Alicante, Murcia y Almería aparecen estas estructuras, que protegen las playas frente a la erosión, creando una barrera natural que evita su desaparición bajo las aguas.

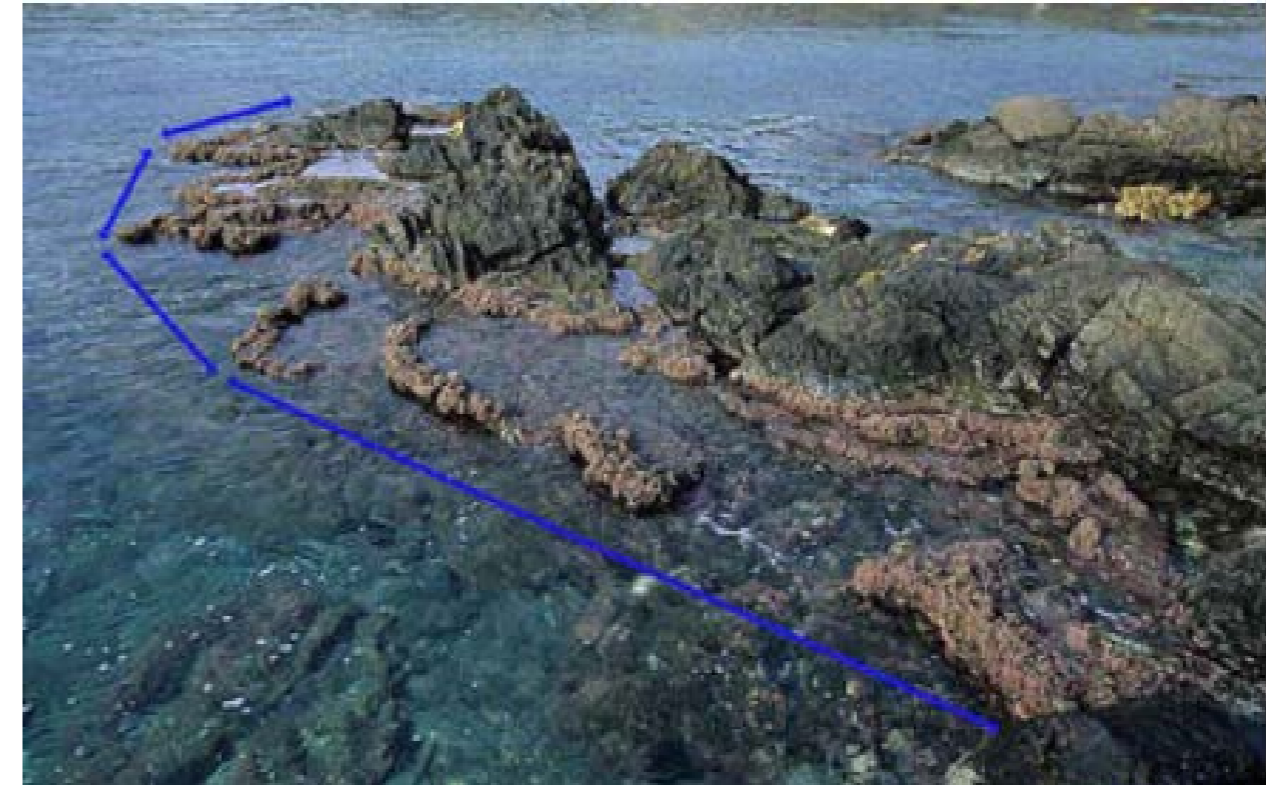


Figura 2: Medio Marino de la Marina de Cope.

3.8. RUIDO

Según la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental se entiende por mapa estratégico de ruido aquel diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

Los mapas estratégicos se organizan por Unidades de Mapa Estratégico (UME). Una UME puede ser por ejemplo: una aglomeración, un aeropuerto, grandes ejes viarios y ferroviarios, etc.

Consulta gráfica de mapas de ruido

1ª Fase (2007)

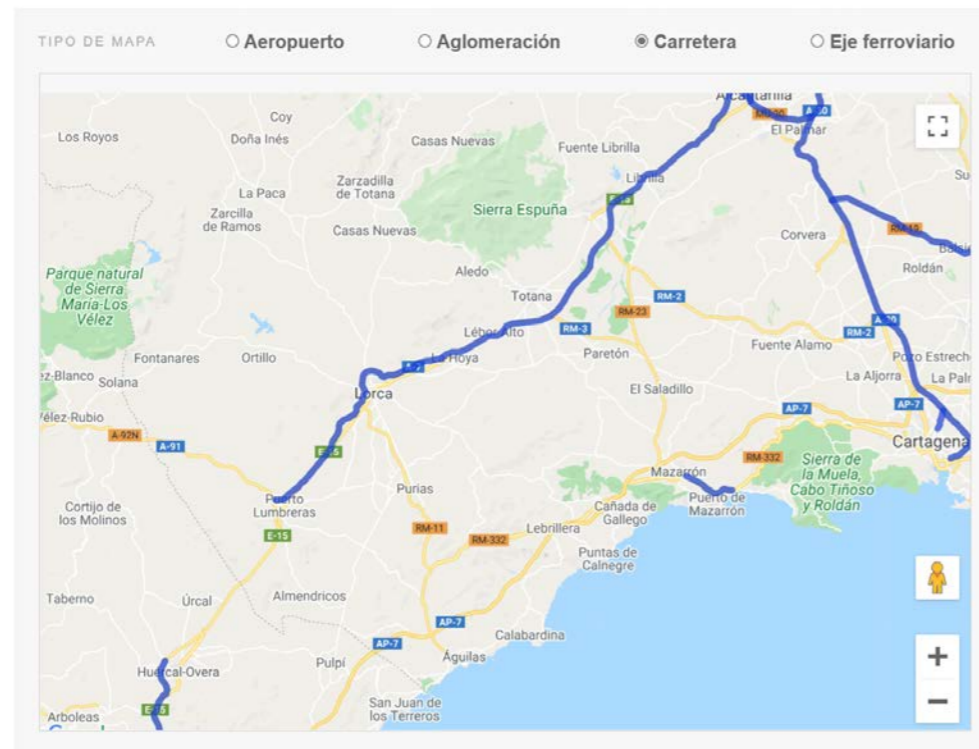


Figura 3: UMEs cercanas a Albacete. (Fuente SICA).

Tal y como se observa, no existe ninguna UME que pase por la zona de actuación, siendo la más cercana la correspondiente a la autovía A-7.

3.9. RIESGOS NATURALES

Se identifican los siguientes riesgos:

- **Incendios:** Debido a la existencia de un gran número de campos de cultivo y montes.
- **Inundaciones:** La zona es propensa al fenómeno de la gota fría ocasionando lluvias torrenciales muy fuertes.
- **Terremotos:** La zona de estudio es una zona con riesgo de sismicidad como se puede observar en el *Mapa de peligrosidad sísmica*, encontrándose en la zona de aceleración $0,08g < \sigma_b < 0,12g$.

4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

4.1. METODOLOGÍA

Un Estudio de Impacto Ambiental es un proceso con la finalidad de dar un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre la importancia de los impactos de un determinado proyecto sobre los factores del medio pertenecientes a la zona de estudio. Es una evaluación que además sirve para reducir o evitar dichos impactos hasta niveles aceptables para poder realizar la obra de la forma menos perjudicial posible con el medio.

La metodología seguida en este caso ha sido la identificación tanto del proyecto (con las diferentes alternativas propuestas) como del medio donde se ejecutará; la predicción de las interrelaciones del proyecto y el entorno y la prevención proponiendo medidas correctoras y protectoras.

De esta forma se consigue realizar una valoración de cada alternativa desde el punto de vista ambiental, comprobando si son viables ambientalmente. El criterio ambiental en el estudio de alternativas de este proyecto se considera de vital importancia, tal y como se puede observar el *Anejo Nª4 Estudio de alternativas*.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

4.2.1. ACCIONES DEL PROYECTO QUE PRODUCEN IMPACTOS

Se han identificado dos etapas en las que se generarían impactos: la fase de ejecución de la obra y la fase de explotación o funcionamiento de la infraestructura. Dentro de estas, se diferencian una serie de acciones susceptibles de producir impactos ambientales sobre los diferentes factores del medio que son:

FASE DE EJECUCIÓN:

- Construcción de la infraestructura
- Demolición
- Movimiento de tierras y excavaciones
- Ocupación y desbroce del terreno
- Circulación de vehículos y maquinaria

- Obras de drenaje
- Acopio de materiales
- Instalaciones auxiliares de obra
- Efecto barrera de la traza de la obra
- Extendido y aglomerado asfáltico

FASE DE FUNCIONAMIENTO:

- Tráfico de vehículos
- Efecto barrera de la infraestructura
- Presencia de la infraestructura
- Explotación y mantenimiento.

4.2.2. FACTORES DEL MEDIO IMPACTADOS

En la siguiente tabla se adjuntan los factores del medio que serán objeto de análisis:

Tabla 1: Factores ambientales afectados (Fuente: Elaboración propia).

Factores ambientales afectados				
Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	
			Ruidos y vibraciones	
		Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	
			Riesgo de inundación	
	Medio biótico	Geología y edafología	Suelo	
			Riesgo de erosión y deslizamiento	
		Flora y vegetación	Flora	
		Vegetación		
	Fauna	Fauna		
	Paisaje	Calidad paisajística		
		Incidencia visual		
Medio socioeconómico y cultural	Medio socioeconómico	Economía	Actividad económica	
			Empleo	
	Territorio	Social	Población	
			Infraestructuras y equipamientos	
			Espacios Naturales	
	Medio cultural	Cultural		Estructura territorial
				Usos del suelo
		Patrimonio histórico-artístico		
		Turismo		

4.2.3. MATRIZ CAUSA-EFECTO

A continuación, se muestra en forma de matriz causa-efecto los impactos producidos por las acciones de la obra en los diferentes elementos del medio. En las columnas de la matriz se muestran las acciones del proyecto que producen impactos y en las filas los diversos factores del medio afectados. Se ha realizado el análisis para las 4 alternativas. Destacar que, en las alternativas 1, 2 y 3 se obtienen la misma valoración de impactos positivos y negativos en el medio dado que en las tres alternativas se lleva a cabo la construcción de una nueva carretera en un mismo emplazamiento. Lo que si variará entre ellas será la caracterización de los impactos, dado que la incidencia puede ser mayor o menor según el caso estudiado.

Tabla 2: Matriz causa-efecto (identificación de impactos) Alternativa 0 No actuación. (fuente: elaboración propia).

MATRIZ CAUSA-EFECTO ALTERNATIVA 0 (NO ACTUACIÓN)					ACCIONES IMPACTANTES			
					FASE FUNCIONAMIENTO			
					Tráfico de vehículos	Efecto barrera de la infraestructura	Presencia de la infraestructura	Explotación y mantenimiento
MEDIO IMPACTADO	Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	-			
				Ruidos y vibraciones	-			-
			Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	-			
				Riesgo de inundación			-	
		Geología y edafología	Suelo					
			Riesgo de erosión y deslizamiento					
		Medio biótico	Flora y vegetación	Flora		-	-	-
				Vegetación		-	-	-
			Fauna	Fauna	-	-	-	-
			Paisaje	Calidad paisajística	-	-	-	
	Incidencia visual			-	-	-		
	Medio socioeconómico y cultural	Medio socioeconómico	Economía	Actividad económica				
				Empleo				
			Social	Población	-	-	-	
				Infraestructuras y equipamientos				-
		Territorio	Espacios Naturales		-	-		
			Estructura territorial					
			Usos del suelo					
Medio cultura		Cultural	Patrimonio histórico-artístico					
			Turismo					

Tabla 3: Matriz causa-efecto (identificación de impactos) Alternativa 1, 2 y 3. (fuente: elaboración propia).

MATRIZ CAUSA-EFECTO ALTERNATIVAS 1, 2 y 3				ACCIONES IMPACTANTES																
				FASE DE CONSTRUCCIÓN								FASE FUNCIONAMIENTO								
				Construcción de la infraestructura	Demolición	Movimientos de tierras y excavaciones	Ocupación y desfroce del terreno	Circulación de vehículos y maquinaria	Obras de drenaje	Acopio de materiales	Efecto barrera de la traza de la obra	Extendido y aglomerado asfáltico	Tráfico de vehículos	Efecto barrera de la infraestructura	Presencia de la infraestructura	Explotación y mantenimiento				
MEDIO IMPACTADO	Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Atmósfera	Ruidos y vibraciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Riesgo de inundación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Geología y edafología	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Riesgo de erosión y deslizamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Medio biótico	Flora y vegetación	Flora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				Vegetación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Fauna	Fauna	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Paisaje		Calidad paisajística	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Incidencia visual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Medio socioeconómico y cultural	Medio socioeconómico	Economía	Actividad económica	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
				Empleo	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
			Social	Población	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
				Infraestructuras y equipamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
			Territorio	Espacios Naturales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Estructura territorial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Usos del suelo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Medio cultural		Cultural	Patrimonio histórico-artístico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Turismo	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	



4.3. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Los criterios usados para la caracterización de cada iteración causa-efecto se muestran a continuación:

1. **Naturaleza del impacto (A):** Determina si el impacto es positivo (+) o negativo (-).
2. **Grado de intensidad (B):** Corresponde a la magnitud de los impactos tanto positivos como negativos y se divide en las siguientes categorías:
 - **Bajo (B):** Impacto de poca consideración cuyos efectos requieren un corto plazo de tiempo para la recuperación de las condiciones originales, no siendo necesaria la utilización de medidas correctoras.
 - **Medio (M):** Impacto cuyos efectos hacen necesario la aplicación de medidas correctoras para recuperar las condiciones iniciales, tras un plazo de tiempo medio.
 - **Alto (A):** Impacto cuyos efectos provocan la pérdida irrecuperable de las condiciones anteriores.
3. **Extensión (C):** Indicador en el que se recoge el alcance potencial del efecto, diferenciando las tres siguientes escalas:
 - **Puntual (*):** cuando se trata de un impacto localizado.
 - **Parcial (P):** En superficies no localizadas, pero del entorno inmediato.
 - **General (G):** Cuando grandes superficies se ven alteradas.
4. **Acumulación del efecto (D):** Esta circunstancia explica la capacidad sinérgica que posee un determinado efecto sobre el medio. Se distinguen los siguientes:
 - **Nulo (N):** La acción se presenta de manera independiente.
 - **Simple (S):** Las acciones son medianamente dependientes.

- **General (G):** Las acciones son muy dependientes.

5. **Persistencia (E):** Hace referencia a la manifestación del efecto durante un período:

- **Forma temporal (T)**
- **Permanente (P).**

6. **Reversibilidad del efecto (F):** Hace referencia a la posibilidad de retorno a la situación preoperacional:

- **Corto plazo (C)**
- **Medio plazo (M)**
- **Largo plazo (L)**
- **Imposibilidad/irreversible (IR)**

Posibilidad de medidas correctoras (G): Esta última característica permite conocer la posibilidad de subsanar las consecuencias derivadas de un efecto. Aparecerá representada como Sí o No.

El esquema de la casilla de interacción subdividida en apartados para su utilización en la matriz de valoración quedaría de la siguiente forma:

A	B	G
C	D	
E	F	

Cada casilla muestra la correspondencia con cada uno de los atributos comentados, que se rellenará con la letra correspondiente a su característica. A continuación, se muestra la aplicación del proceso a la matriz de impactos realizada anteriormente, resultando las siguientes matrices de caracterización para cada alternativa:

4.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Una vez definida la matriz causa-efecto, con cada uno de los diferentes impactos identificados, se procede a valorar cada una de las características de los impactos citadas con anterioridad en el apartado anterior. Para ello, se establece el siguiente criterio de valoración, donde se le da a cada una de las características de iteración de impacto un valor:

CARACTERÍSTICAS	CARÁCTER	SIGNO
Naturaleza (A)	Beneficioso	+
	Perjudicial	-
Grado de Intensidad (B)	Bajo	1
	Medio	2
	Alto	3
Extensión ©	Puntual	1
	Parcial	2
	General	3
Acumulación del efecto (D)	Nulo	0
	Simple	1
	Sinérgico	3
Persistencia (E)	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad del Efecto (F)	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	A largo plazo	3
	Irreversible	4
Posibilidad de medidas correctoras (G)	Posible	Sí
	Imposible	No

Tabla 8: Criterio de valoración (fuente: elaboración propia).

Aplicando estos valores, se obtienen los resultados que se reflejan en las matrices adjuntas a continuación.

En la “casilla H” de cada impacto se incluye el índice de intensidad del efecto, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de efecto } \rightarrow \text{ (H): } H = 3 \times B + C + D + E + F$$

Finalmente, el esquema de cada característica de impacto producida en cada “cruce causa-efecto” quedaría de la siguiente forma:

A	B	G
C	D	
E	F	H

Por último, para la valoración final del impacto ambiental de cada alternativa, se pondera cada bloque de medio impactado según su importancia (coeficiente de ponderación conjunto), así como el de cada uno de los medios por individual (Coeficiente de Ponderación por Componente Ambiental). Los coeficientes de ponderación conjuntos quedarían como:

- Medio inerte: 25%
- Medio biótico: 25%
- Medio perceptual: 15%
- Medio socioeconómico: 30%
- Medio cultural: 5%

Los coeficientes para cada medio impactado se desglosan en la matriz de valoración de impactos, siendo los de mayor puntuación la flora (7%), vegetación (7%), fauna (11%), calidad paisajística (7,5%) e incidencia visual (7,5%), consideradas de vital importancia debido al emplazamiento del que se trata, descrito anteriormente.

A continuación, se muestra la matriz de valoración de impacto para cada una de las alternativas:



Tabla 9: Matriz valoración del impacto Alternativa 0 (no actuación) (fuente: elaboración propia)

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO ALTERNATIVA 0					ACCIONES IMPACTANTES				INTENSIDAD MEDIA	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEF. DE PONDERACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIA DE IMPACTO COMPONENTE AMBIENTAL									
					FASE FUNCIONAMIENTO																
					Tráfico de vehículos	Efecto barrera de la infraestructura	Presencia de la infraestructura	Explotación y mantenimiento													
MEDIO IMPACTADO	Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	-3	3	Sí							-19	25%	4	-76				
				Ruidos y vibraciones	-3	3	-19									-14.5	3	-43.5			
			Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	-3	3	Sí									-9	4	-36			
				Riesgo de inundación	-2	1	Sí									-14	3	-42			
			Geología y edafología	Suelo													6	0			
		Riesgo de erosión y deslizamiento														5	0				
		Medio biótico	Flora y vegetación	Flora				-2	1	Sí	-2	2	Sí	-2		2	Sí	-11.66666667	25%	7	-81.66666667
				Vegetación				-3	1	-10	3	1	-13	1		2	-12	-11.66666667		7	-81.66666667
			Fauna	Fauna				-2	1	Sí	-2	3	Sí	-2		1	Sí	-16		11	-176
							-3	3	-15	3	3	-18	3	3	-18	1	3	-13			
	Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajística				-2	1	Sí	-2	1	Sí	-2	3	Sí	-11.66666667	15%	7.5	-87.5		
			Incidencia visual				-2	1	Sí	-2	1	Sí	-2	3	Sí	-11.66666667		7.5	-87.5		
						-1	1	-11	3	2	-11	3	2	-13							
	Medio socioeconómico y cultural	Medio socioeconómico	Economía	Actividad económica												30%	4	0			
				Empleo													4	0			
			Social	Población				-2	1	Sí	-2	1	Sí	-3	1		Sí	-9.333333333	4	-37.333333333	
				Infraestructuras y equipamientos														-15	4	-60	
			Territorio	Espacios Naturales				-2	0	Sí	-2	0	Sí					-9	6	-54	
Estructura territorial						-3	2	-13	3	2	-14					4	0				
Usos del suelo																4	0				
Medio cultural		Cultural	Patrimonio histórico-artístico														2.5	0			
			Turismo														2.5	0			
					-90	-82	-108	-65					100%	100	-863.2						



Tabla 11: Matriz valoración del impacto Alternativa 2 (fuente: elaboración propia)

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO ALTERNATIVA 2					ACCIONES IMPACTANTES												INTENSIDAD MEDIA	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEF. DE PONDERACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIA DE IMPACTO COMPONENTE AMBIENTAL												
					FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE FUNCIONAMIENTO																					
					Construcción de la infraestructura	Demolición	Movimientos de tierras y excavaciones	Ocupación y desbroce del terreno	Circulación de vehículos y maquinaria	Obras de drenaje	Acopio de materiales	Efecto barrera de la traza de la obra	Extendido y aglomerado asfáltico	Tráfico de vehículos	Efecto barrera de la infraestructura	Presencia de la infraestructura					Explotación y mantenimiento											
MEDIO IMPACTADO	Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-22.5	25%	4	-90
				Ruidos y vibraciones	-2	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	-18	3	-54			
			Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-10.14285714		4	-40.5714286
				Riesgo de inundación	-2	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	-12.75	3	-38.25			
				Suelo	-2	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	-12.57142857	6	-75.4285714			
		Geología y edafología	Riesgo de erosión y deslizamiento	-2	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	1	1	-11	-10	5	-50				
			Flora	-1	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-13.6	25%		7	-95.2
		Medio biótico	Vegtación	-2	1	1	-10	1	1	-10	1	1	-10	1	1	-10	1	1	-10	1	1	-10	1	1	-10	-11	7	-77				
			Fauna	-2	1	1	-13	1	1	-13	1	1	-13	1	1	-13	1	1	-13	1	1	-13	1	1	-13	-8.4	11	-92.4				
		Medio socioeconómico y cultural	Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	-1	1	1	-9	1	1	-9	1	1	-9	1	1	-9	1	1	-9	1	1	-9	1	1	-9	-9.888888889	15%		7.5	-74.1666667
	Incidencia visual				-2	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	1	1	-12	-12.55555556	7.5		-94.1666667		
	Medio socioeconómico		Economía	Actividad económica	+2	2	3	Sí																			4.142857143	30%	4	16.57142857		
				Empleo	+3	2	3	Sí																			14.5				4	58
			Social	Población	+2	2	0	Sí	-1	2	1	Sí	-1	2	1	Sí	-1	2	1	Sí	-1	2	1	Sí	-1	2	1		Sí	0.1	4	0.4
				Infraestructuras y equipamientos	-1	2	1	Sí																					7.75	4	31	
			Territorio	Espacios Naturales	-2	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1		Sí	-13.25	6	-79.5
				Estructura territorial	-2	1	2	-12	1	2	-12	1	2	-12	1	2	-12	1	2	-12	1	2	-12	1	2	-12	21		4	84		
	Usos del suelo			-2	2	3	Sí																				-16	4	-64			
	Medio cultural		Cultural	Patrimonio histórico-artístico	-3	2	1	Sí																			-15	5%	2.5	-37.5		
		Turismo		+2	1	1	Sí																			14.33333333	2.5				35.83333333	
					43	-101	-164	-198	-98	-21	-65	-87	-133	-58	-104	15	33			100%	100	-736.4										



Tabla 12: Matriz valoración del impacto Alternativa 3 (fuente: elaboración propia)

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO ALTERNATIVA 3					ACCIONES IMPACTANTES													INTENSIDAD MEDIA	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEF. DE PONDERACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIA DE IMPACTO COMPONENTE AMBIENTAL											
					FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE FUNCIONAMIENTO																					
					Construcción de la infraestructura	Demolición	Movimientos de tierras y excavaciones	Ocupación y desbroce del terreno	Circulación de vehículos y maquinaria	Obras de drenaje	Acopio de materiales	Efecto barrera de la traza de la obra	Extendido y aglomerado asfáltico	Tráfico de vehículos	Efecto barrera de la infraestructura	Presencia de la infraestructura	Explotación y mantenimiento															
MEDIO IMPACTADO	Medio físico	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-3	3	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	3	1	Sí	-2	3	1	Sí	-23.25	25%	4	-93
				Ruidos y vibraciones	-2	1	1	-12	-3	1	1	-12	-3	1	1	-15	-2	1	1	-11	-2	1	1	-12	-2	3	1	-19	-18.75			
			Hidrología superior	Calidad de las aguas superficiales	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-1	1	1	Sí	-1	1	1	Sí	-1	1	1	Sí	-10.14285714			
				Riesgo de inundación	-3	1	1	-11	-3	1	1	-11	-3	1	1	-11	-2	1	1	-7	-2	1	1	-11	-2	1	1	-11	-14.25			
				Suelo	-3	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-3	1	1	Sí	-2	1	1	Sí	-2	2	3	Sí	-2	2	3	Sí	-15.57142857			
		Geología y edafología	Riesgo de erosión y deslizamiento	-3	1	1	-16	-3	1	1	-16	-3	1	1	-16	-3	1	1	-10	-3	1	1	-13	-3	4	-21	-3	4	-18		-12.25	
			Medio biótico	Flora y vegetación	Flora	-2	1	3	-13	-3	1	3	-16	-3	3	4	-21	-2	1	1	-8	-2	2	1	-15	-2	3	3	-15		-14.6	
		Vegtación			-2	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-1	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-14.6			
		Fauna		Fauna	-3	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	+1	1	1	Sí	+1	1	1	Sí	-12.9			
		Medio socioeconómico y cultural	Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	-2	1	1	-12	-3	3	3	-20	-3	3	3	-20	-2	2	3	-17	-2	1	1	-12	-2	3	3	-18		-3	3
	Incidencia visual				-3	1	1	Sí	-3	1	1	Sí	-3	1	1	Sí	-2	1	1	Sí	-2	1	1	Sí	-2	1	1	Sí	-16.11111111			
	Medio socioeconómico		Economía	Actividad económica	+3	2	3	Sí																					4.571428571			
				Empleo	+3	2	3	Sí																					14.5			
			Social	Población	+1	2	0	Sí	-1	2	1	Sí	-1	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	+2	3	0	Sí	+2	3	0	Sí
	Infraestructuras y equipamientos	-1		2	1	Sí													+2	1	1	Sí	+3	1	1	Sí	+3	1	1	Sí	7	
	Territorio	Espacios Naturales		-3	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-2	2	1	Sí	-3	2	1	Sí	-3	3	0	Sí	-13.25
		Estructura territorial																					+2	3	3	Sí	+2	3	3	Sí	18	
		Usos del suelo									-2	2	3	Sí	-2	2	3	Sí	-2	2	3	Sí	-2	2	3	Sí	-2	2	3	Sí	-16	
	Medio cultural	Cultural	Patrimonio histórico-artístico	-3	2	1	Sí																					-15				
			Turismo	+2	1	1	Sí																	+2	2	0	Sí	+2	2	0	Sí	13
					40	-115	-194	-222	-108	-21	-71	-85	-135	-64	-109	-74	7		100%	100	-926.8											



5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

En este apartado se desarrollan una serie de medidas preventivas y correctoras a aplicar sobre el proyecto con el fin de evitar, reducir y minimizar el efecto del proyecto sobre el medio.

Además de los condicionantes ambientales tenidos en cuenta a la hora de proyectar la actuación, se ha de tener especial cuidado durante la fase de construcción, con el fin de que se lleven a cabo las obras de construcción actuando desde el mejor punto de vista medioambiental posible. Es decir, tratar de evitar, con anterioridad a su producción, los impactos; más que combatir posteriormente sus efectos.

Por todo ello, será esencial establecer toda una serie de medidas preventivas y correctoras que minimicen o eliminen gran parte de las alteraciones que se introducen, consiguiendo el mayor nivel de integración de las obras en el entorno en que se inscriben.

A continuación, se desarrollan un listado de las medidas preventivas y correctoras aplicables al proyecto. Destacar que estas medidas no eliminan totalmente la afección, sino que las mitigan. La aplicación de las medidas debe ser lo más temprana posible, pues de esta manera pueden evitarse la aparición de efectos secundarios que posteriormente deberían corregirse.

5.1. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Fase de construcción:

La calidad del aire se verá afectada en esta fase por la emisión de combustión y polvo emitido por maquinaria de obra, así también por los movimientos de tierra realizados los días de fuerte viento. Como medida preventiva para minimizar este impacto, se propone llevar a cabo una serie de riegos a lo largo de toda la obra con el fin de evitar en la mayor medida posible la generación de polvo y partículas.

Fase de funcionamiento:

En este caso, la calidad del aire se verá alterada por el tráfico de vehículos de motor, dando lugar a un incremento de la contaminación atmosférica por la emisión de monóxido de carbono, el gas contaminante que más abunda en la atmósfera a día de hoy. Par minimizar el uso de vehículos de motor en la carretera, se potenciará el uso del transporte alternativo al vehículo de motor privado mediante las siguientes medidas:

- Incorporando en el diseño de la carretera un carril bici que facilite el acceso a peatones y ciclistas en la zona.
- Impulsando el transporte público creando rutas de autobuses desde Águilas y Calabardina para el acceso a las playas.

5.2. PROTECCIÓN CONTRA RUIDOS Y VIBRACIONES

Fase de construcción:

Durante esta fase se produce un incremento del nivel del ruido y vibraciones generados por la maquinaria y vehículos de la obra. Como medida preventiva, se realizarán mensualmente revisiones a la maquinaria y vehículos de la obra para asegurarse que estas funcionan correctamente cumpliendo con la normativa vigente de emisión de ruidos y vibraciones en maquinaria de obra.

Fase de funcionamiento:

En esta fase el ruido y vibraciones se originará por el impacto sonoro producido por el tráfico rodado en la carretera. Como medida preventiva se propone llevar un seguimiento de las velocidades de los vehículos con el fin de que no excedan las permitidas y evitar ruidos y vibraciones excesivas. Una medida. Otra medida preventiva contra los ruidos y vibraciones sería la instalación de pantallas fonoabsorbentes pero no se considera pertinente en este caso dado que el tráfico en la carretera no es excesivo.

5.3. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

Fase de construcción:

Para evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en la fase de ejecución, se establecerán los vertederos y zonas de acopio de materiales alejados de la red de drenaje. Además, como medida preventiva se impermeabilizará toda la zona donde se guardará la maquinaria de obra con el objetivo de evitar vertidos accidentales que puedan contaminar las aguas.

Fase de funcionamiento:

Durante la fase de funcionamiento se controlará el correcto mantenimiento de los sistemas de drenaje de la carretera, incluyendo la limpieza de las cunetas.

5.4. SUELOS

Fase de construcción:

El efecto más perjudicial sobre el suelo es la extensión de la obra lineal. Para ello, como medida preventiva, será de vital importancia realizar un buen planteamiento del diseño, realizando un replanteo inicial con el fin de evitar en la mayor medida posible daños sobre los terrenos.

Además, se extenderá una capa de tierra vegetal en aquellas zonas en las que sea necesario la regeneración del suelo con el fin de no alterar la naturaleza del suelo, que es el agrícola.

5.5. PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN



Fase de construcción:

En esta fase se será de vital importancia definir la existencia de especies amenazadas con el fin de evitar su destrucción planteando una extracción de estas y posterior replantación en zonas exteriores a la obra.

Se llevará a cabo el análisis de la superficie de ocupación y la cartografía correspondiente a la superficie de ocupación permanente y temporal prevista en la obra. Se señalará debidamente la zona de trabajos con el fin de alterar la mínima vegetación posible.

Para evitar prejuicios sobre la vegetación existente, se evitarán las siguientes acciones:

- Colocar cuerdas, cables o cadenas en los árboles y/o arbustos.
- Encender fuego cerca de zonas de vegetación.
- Trayectos de maquinaria fuera de los lugares delimitados.
- Quema de vegetación en la zona.

5.6. PROTECCIÓN DE LA FAUNA

Fase de construcción:

La construcción de una infraestructura viaria va a repercutir significativamente en la fauna de la zona, dado que tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento se van a fragmentar los hábitats. El principal problema dado en la construcción de una infraestructura viaria con respecto a la fauna es el efecto barrera que produce en el entorno y la fragmentación de hábitats existentes.

Por otro lado, la construcción de las obras de drenaje, facilitará el recurso del agua a la fauna de la zona y un posible paso entre ambos lados de la carretera.

Fase de funcionamiento:

Los impactos más importantes sobre la fauna se producirán durante la fase de funcionamiento, por ello resulta de vital importancia la correcta aplicación de medidas correctoras para poder minimizar los impactos negativos.

Los principales impactos que pueden considerarse en este caso serían:

- Alteraciones de ecosistemas. La ejecución de la infraestructura sustituye el medio existente previamente. En terreno ocupado por la nueva carretera se produce una eliminación total del ecosistema existente.
- Efecto barrera. Este es el principal impacto sobre la fauna, produciendo un aislamiento o división de poblaciones, un decrecimiento de la diversidad genética y un aumento del riesgo

de extinción, considerado altamente preocupante ya que como se ha explicado anteriormente, en la zona de actuación existen especies protegidas.

- Atropellos. La mortalidad por atropellos es el efecto más visible de las infraestructuras viarias y la mayor parte de las bajas se registran entre las aves, seguidas de los mamíferos.

Algunas recomendaciones y buenas prácticas para el mantenimiento de la fauna se citan a continuación:

- Llevar a cabo previo al inicio de los trabajos en obra, los caminos de obra, con el fin de reducir al máximo posible la invasión de la maquinaria de obra en la zona.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria para evitar vertidos.
- Limitar la velocidad de la vía de manera que se pueda reducir la probabilidad de atropellos.

5.7. PAISAJE

Fase de construcción:

Durante la fase de construcción se producen alteraciones del paisaje en dos sentidos. Por una parte, la presencia de maquinaria de construcción, vehículos de transporte, intensidad del tránsito, etc. y por otro lado la destrucción de la vegetación y modificación de la geomorfología. A continuación, se indican las directrices básicas y medidas correctivas para la integración paisajística:

- Persecución de la máxima integración paisajística de la actuación llevada a cabo.
- Formación de irregularidades para reducir la erosión y el impacto visual al ofrecer un aspecto menos artificial y más natural.
- Se debe trabajar la superficie final en los desmontes y terraplenes, de forma que su aspecto sea el más natural posible.
- En terraplenes, se dejará la última capa sin compactar para permitir la regeneración natural de la vegetación.
- Limpieza general de la zona al finalizar las obras y desmantelamiento de estructuras de carácter provisional.

5.8. PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

A continuación, se proponen las siguientes medidas preventivas para la protección del patrimonio cultural:

- Detectar previo a la ejecución el patrimonio existente que se ha de preservar.
- Recolocación de elementos singulares.
- Articulación de medidas compensatorias.



6. CONCLUSIONES

Dadas las características del emplazamiento en donde se sitúa la actuación, se considera de vital importancia la realización de un estudio de impacto ambiental que permita evaluar desde el punto de vista ambiental la viabilidad del proyecto.

Para ello, se ha localizado y descrito brevemente el proyecto, su objetivo y el alcance de los trabajos, sus características y peculiaridades, identificando acciones susceptibles de causar un impacto sobre el medio ambiente en las diferentes fases de construcción y explotación.

Para la valoración de cada alternativa, se ha establecido una matriz causa-efecto que permite una cuantificación del impacto utilizando índices de calidad ambiental. A continuación, se muestra la media del impacto correspondiente a la componente ambiental para cada alternativa:

Tabla 14: Impacto componente ambiental (Fuente: Elaboración propia)

	Impacto componente ambiental
Alternativa 0	-863.2
Alternativa 1	-884.35
Alternativa 2	-736.4
Alternativa 3	-926.8

Según los resultados obtenidos, la Alternativa 2 sería la que menor valor negativo presenta, frente al resto, con una puntuación de -736,4. La alternativa 3, sin embargo, presenta el mayor valor negativo con un -926,8 de puntuación.

DOCUMENTO N°2: PLANOS





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS






Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas (Provincia de Murcia)



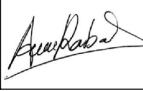


 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	ESCALA: SIN ESCALA	Nº de Plano: 1
								HOJA: 1





 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA CON DISTRIBUCIÓN DE MINUTAS	ESCALA: 1:20.000	Nº de Plano: 2 HOJA: 1
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---	----------------------------	---






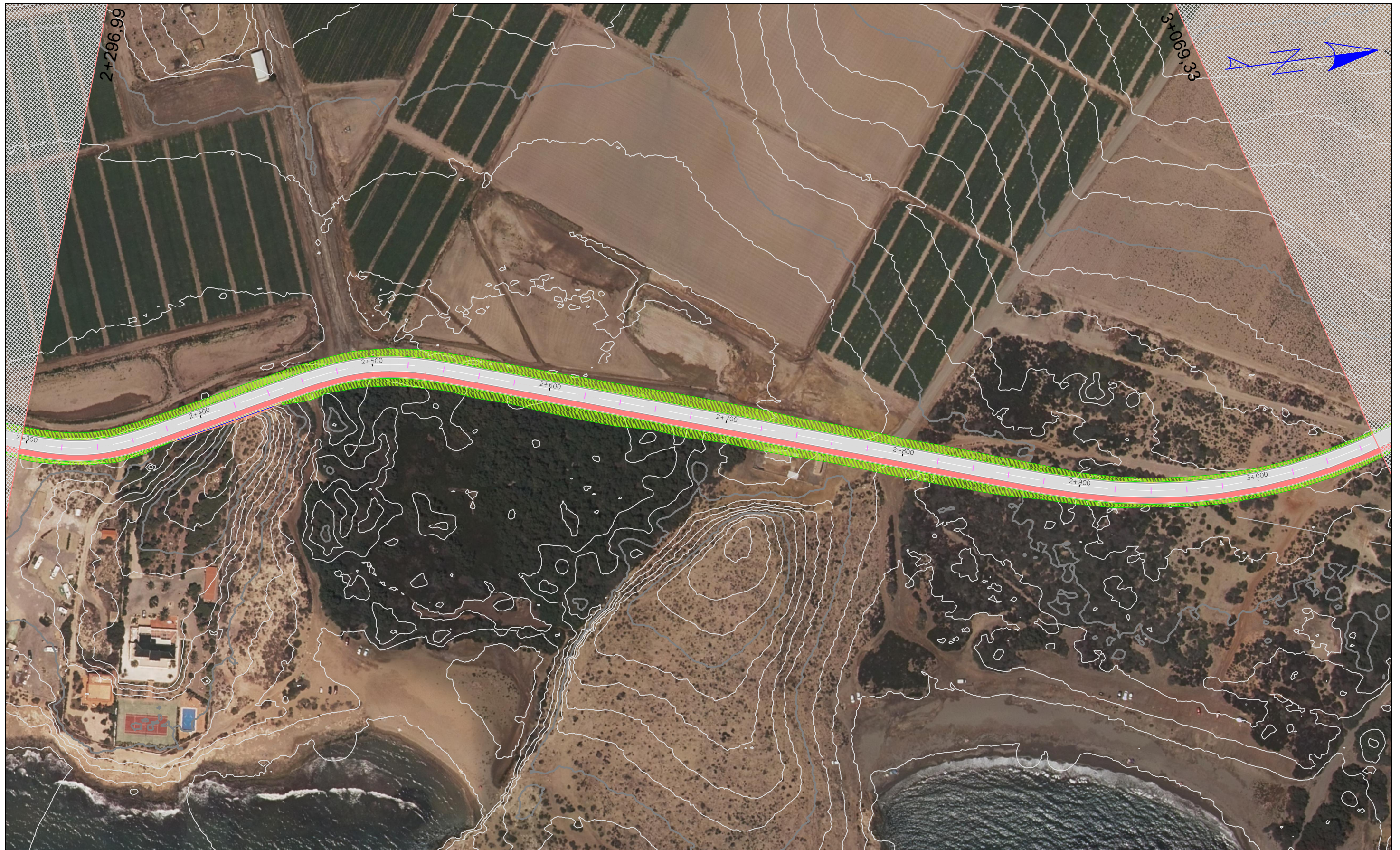
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 1
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---





	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3
								HOJA: 2






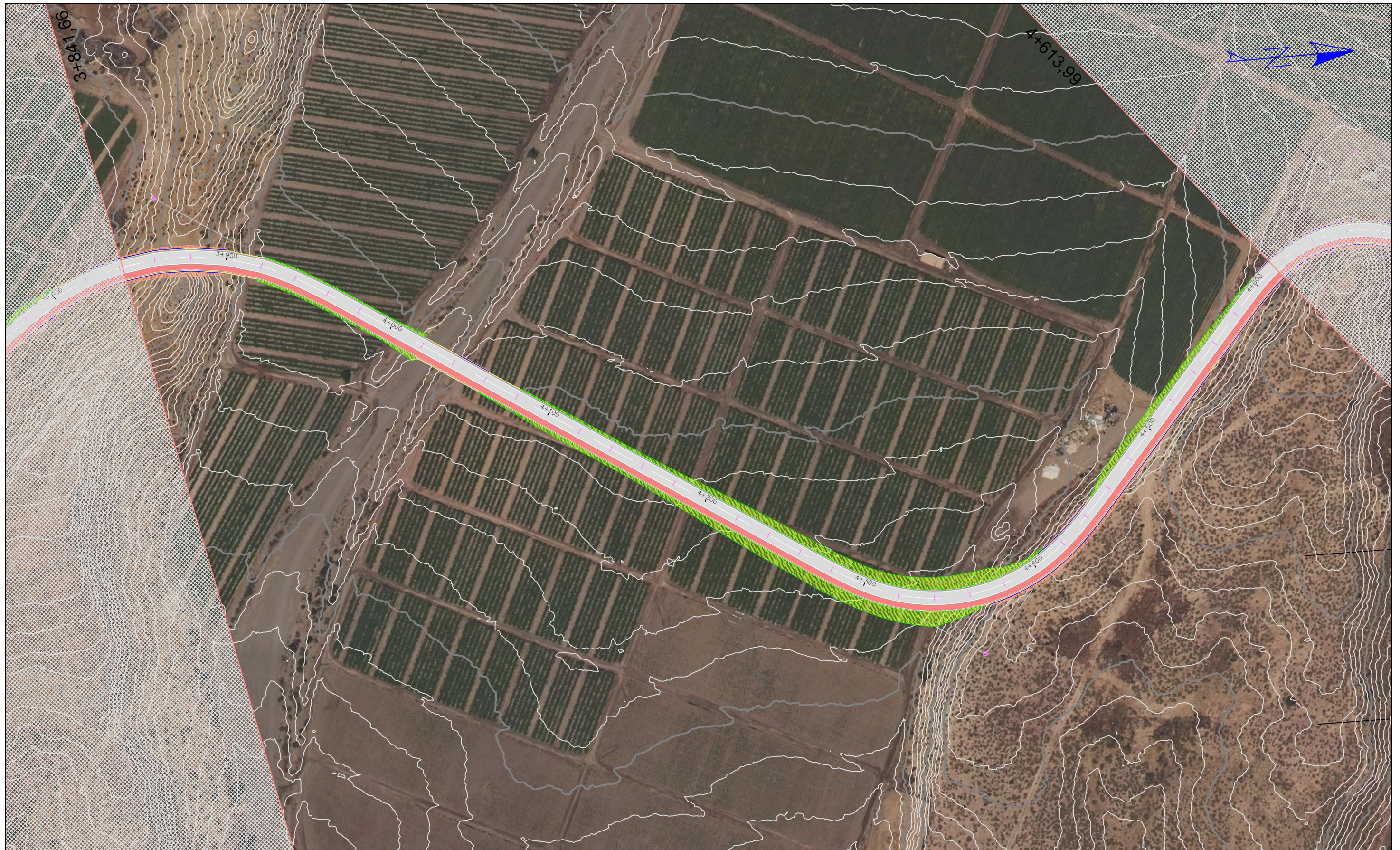
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 3
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---



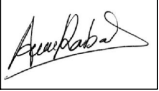


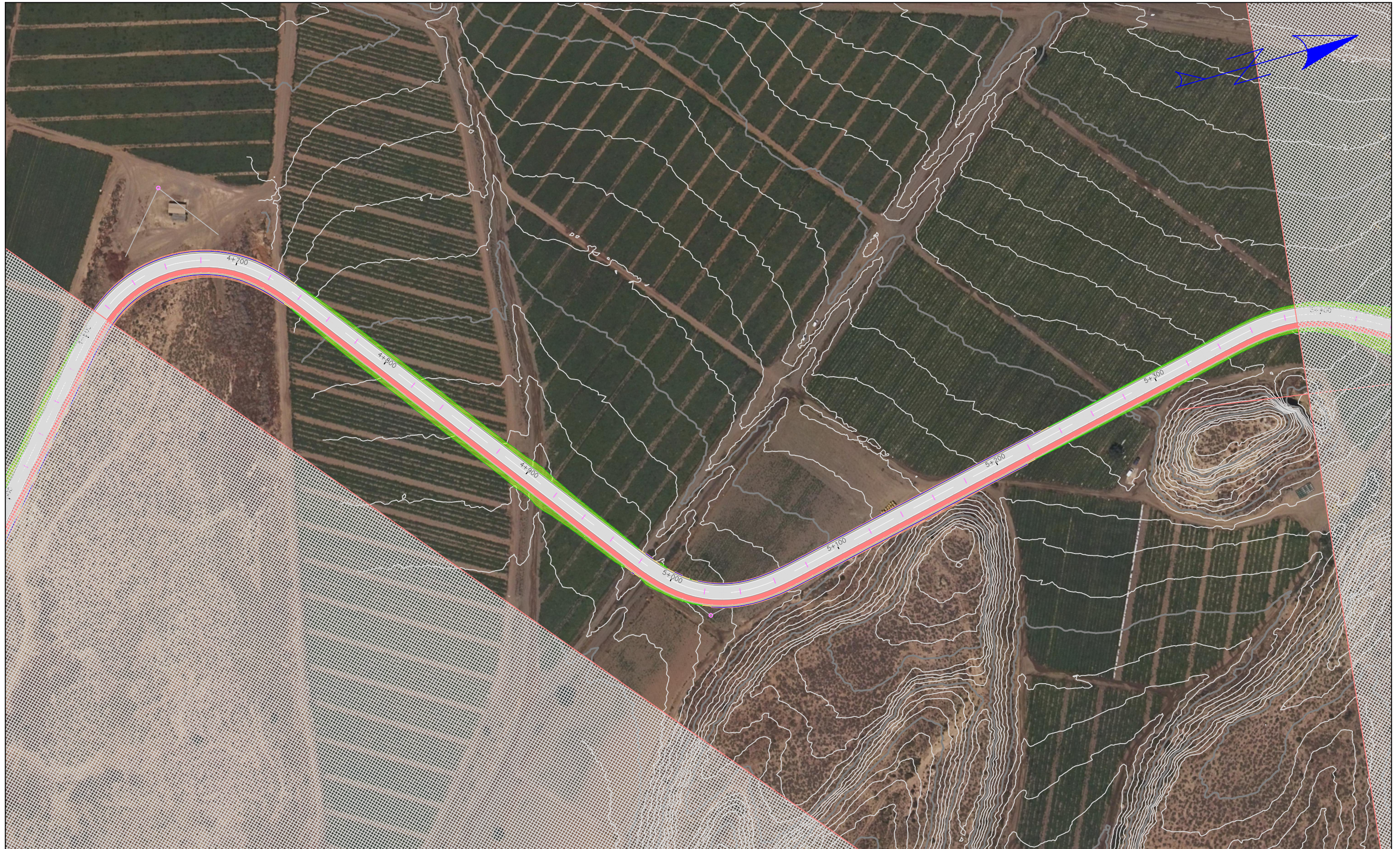
 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3
								HOJA: 4



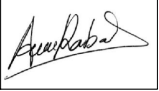


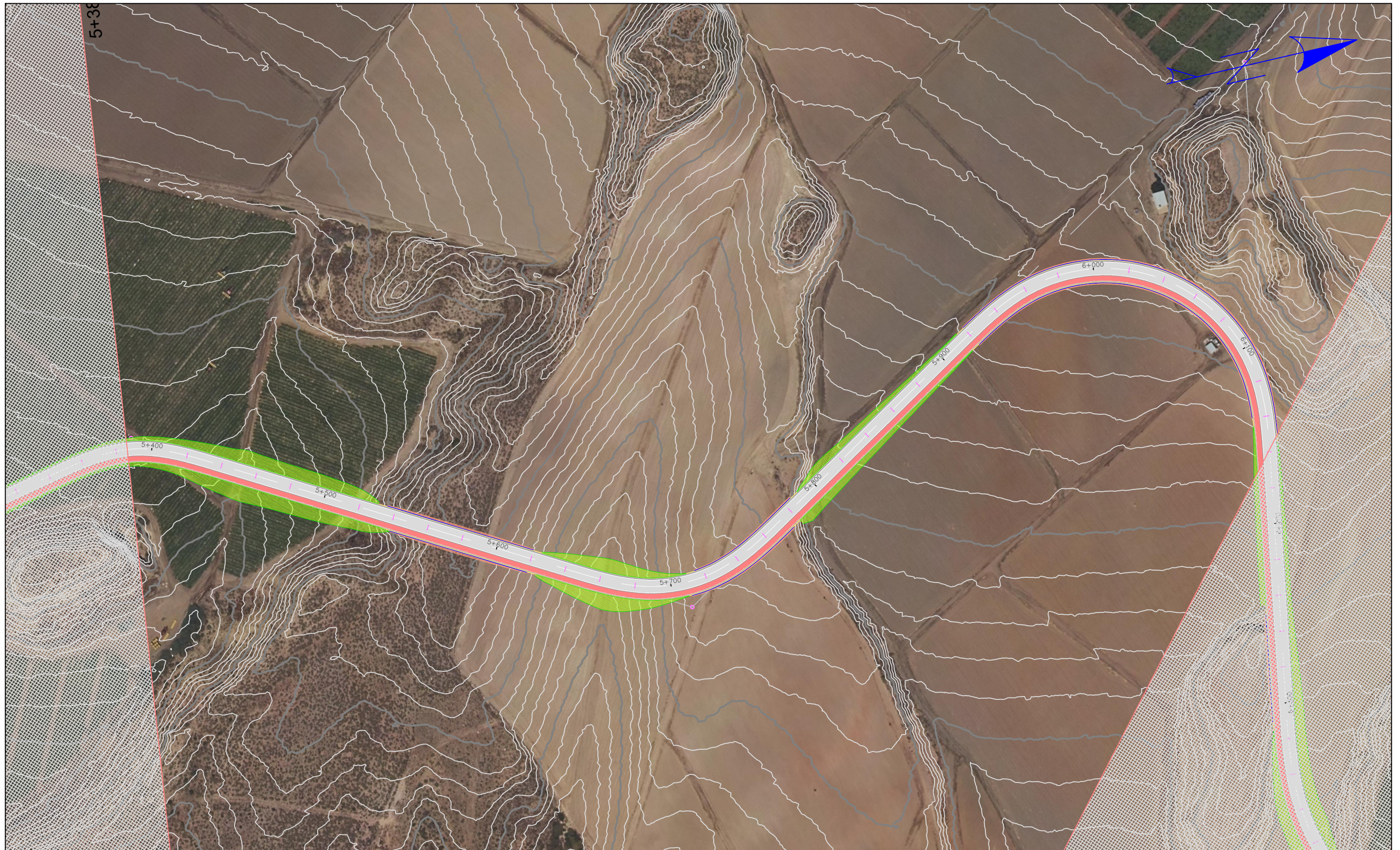
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3



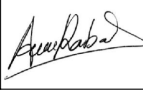


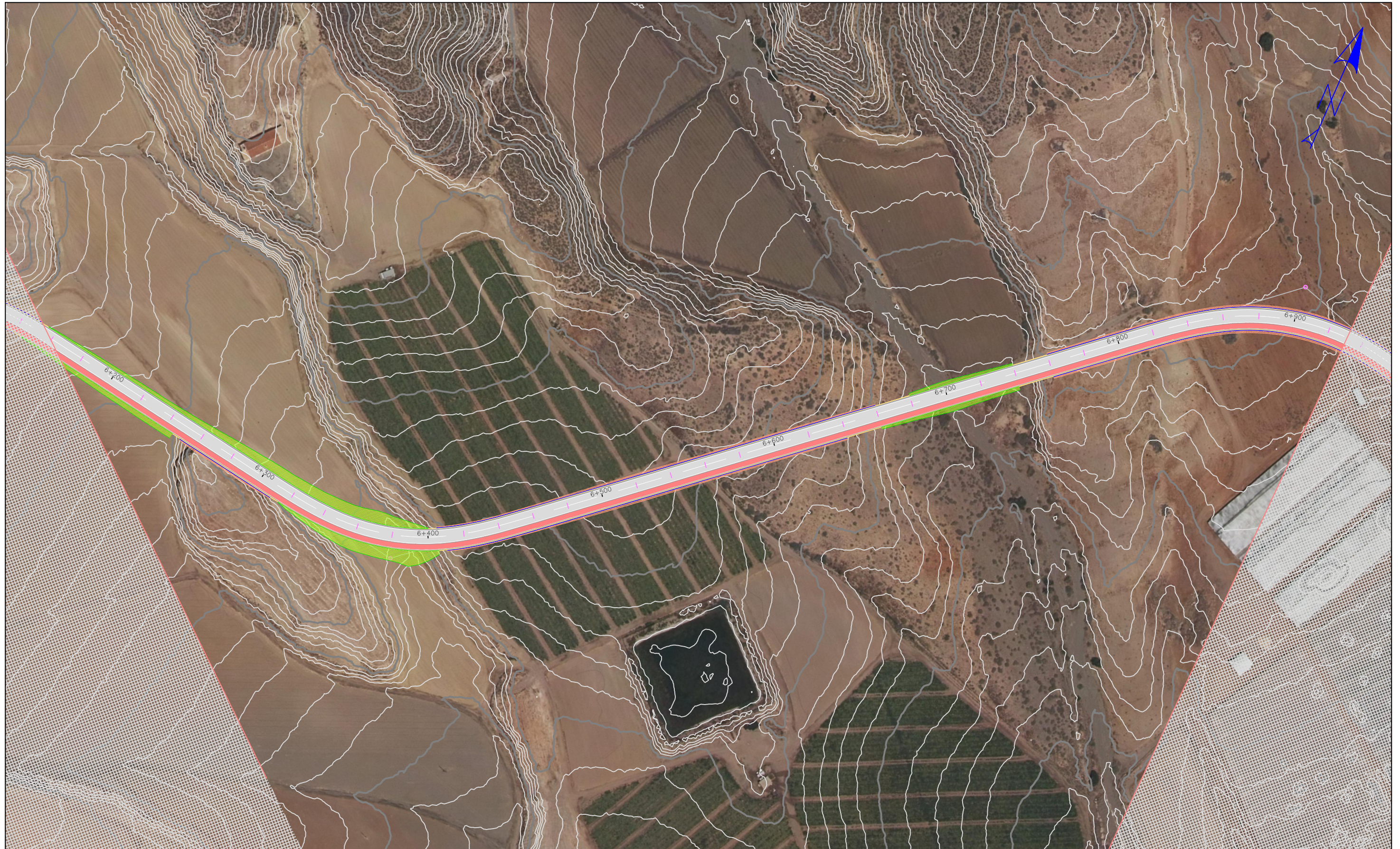
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 6
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---



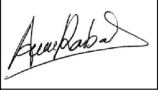


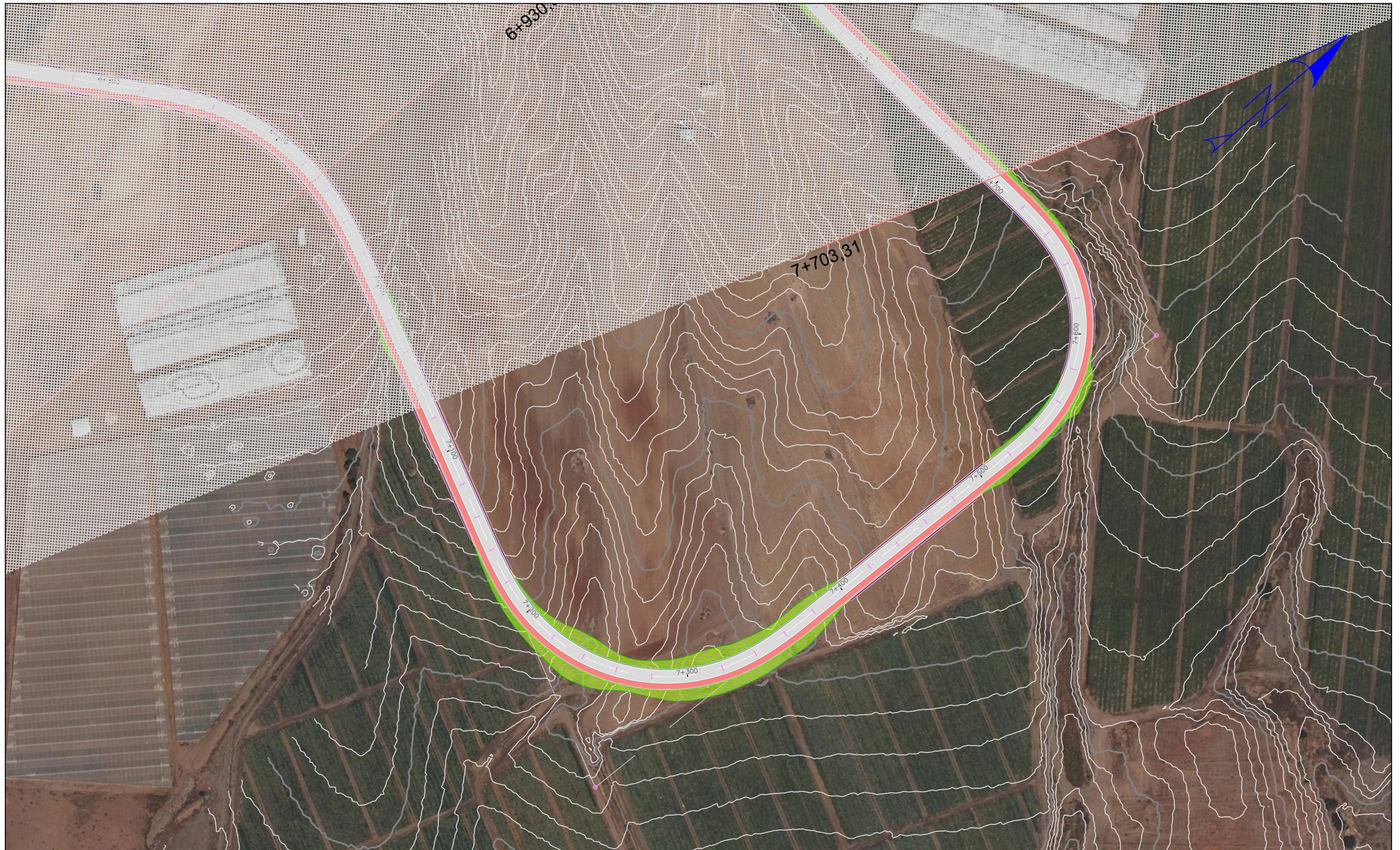
 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	 <p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)</p>	<p>AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS</p>	<p>FDO: </p>	<p>TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>	<p>DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL</p>	<p>ESCALA: 1:2.000</p>	<p>Nº de Plano: 3 HOJA: 7</p>
--	---	--	--	--	--	-------------------------------------	---	-----------------------------------	---



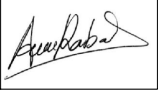


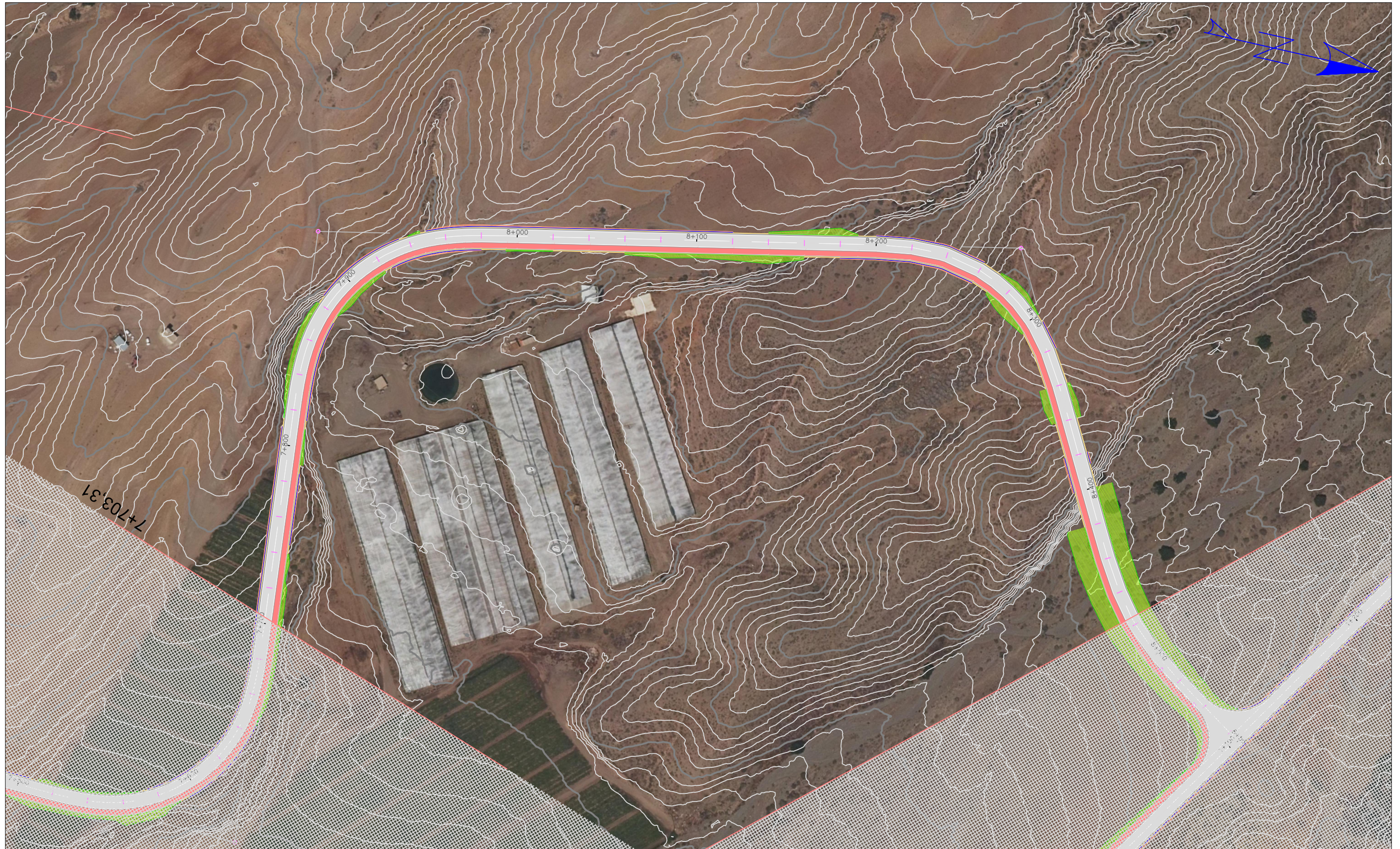
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 8
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---



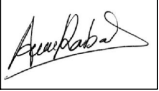


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 9
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---






 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3 HOJA: 10
--	---	--	--	--	--	-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------	--


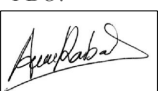


 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> 	<p>TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)</p>	<p>AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS</p>	<p>FDO: </p>	<p>TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>	<p>DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL</p>	<p>ESCALA: 1:2.000</p>	<p>Nº de Plano: 3 HOJA: 11</p>
--	---	---	---	---	---	------------------------------	--	----------------------------	--



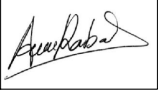


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3


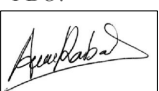


 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3
								HOJA: 13



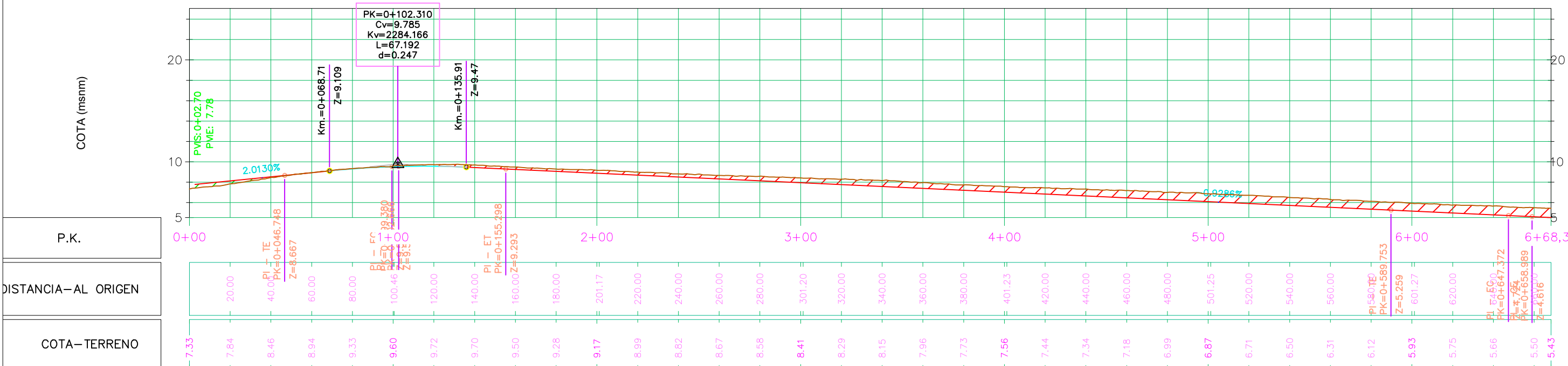
 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	 <p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)</p>	<p>AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS</p>	<p>FDO: </p>	<p>TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>	<p>DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL</p>	<p>ESCALA: 1:2.000</p>	<p>Nº de Plano: 3 HOJA: 14</p>
--	---	--	--	--	--	-------------------------------------	---	-----------------------------------	--



	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 3
								HOJA: 15



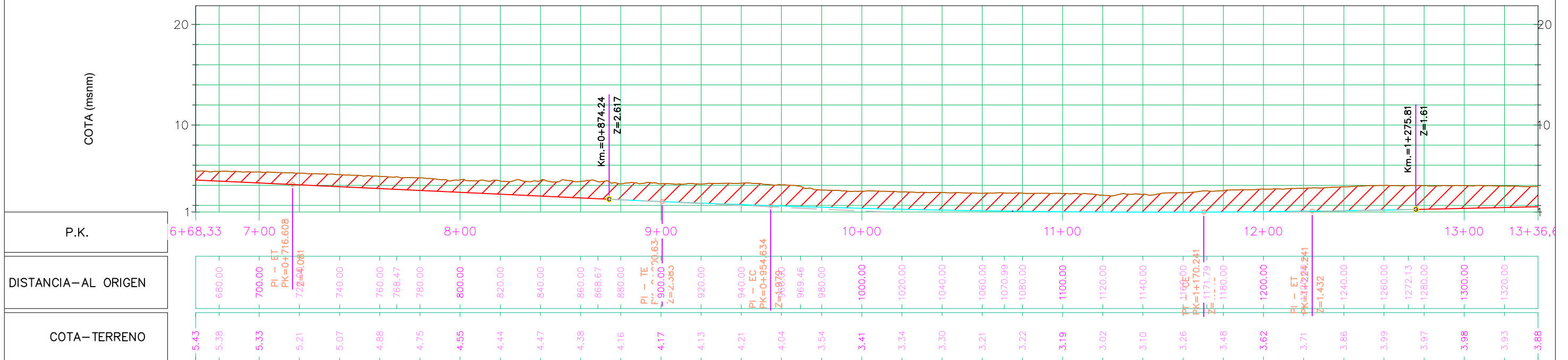
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: <i>Ana Rabal</i>	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 1



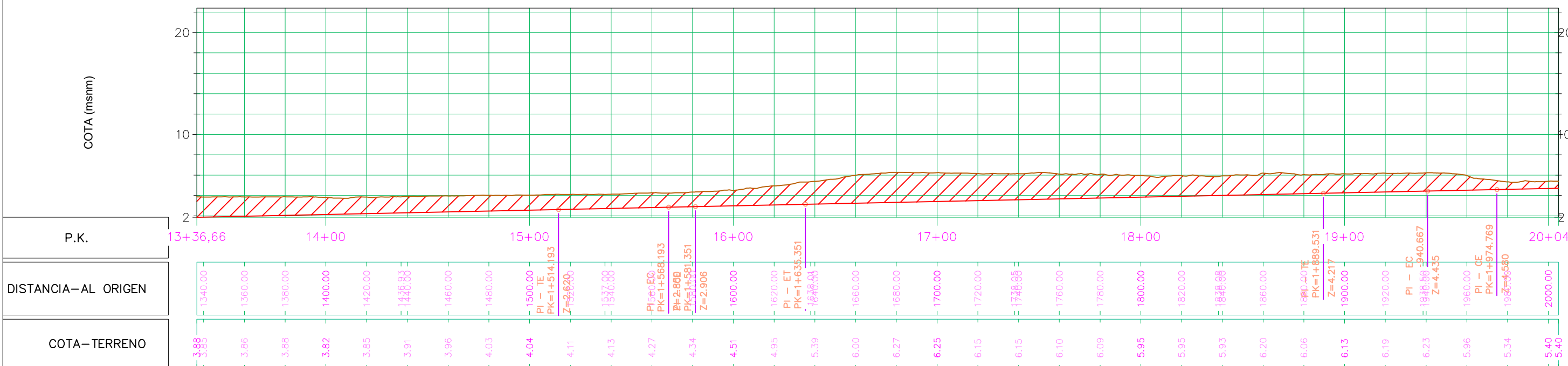
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 2



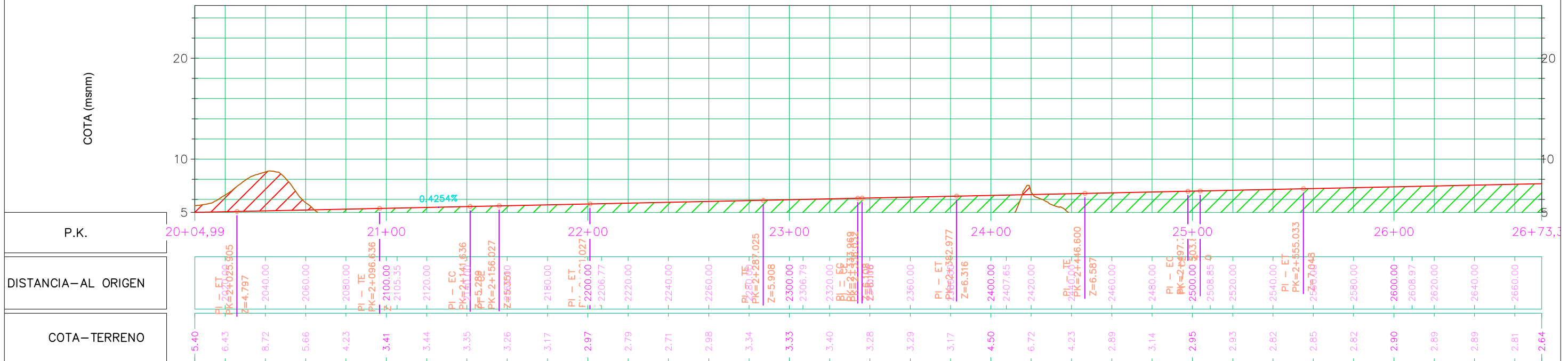
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



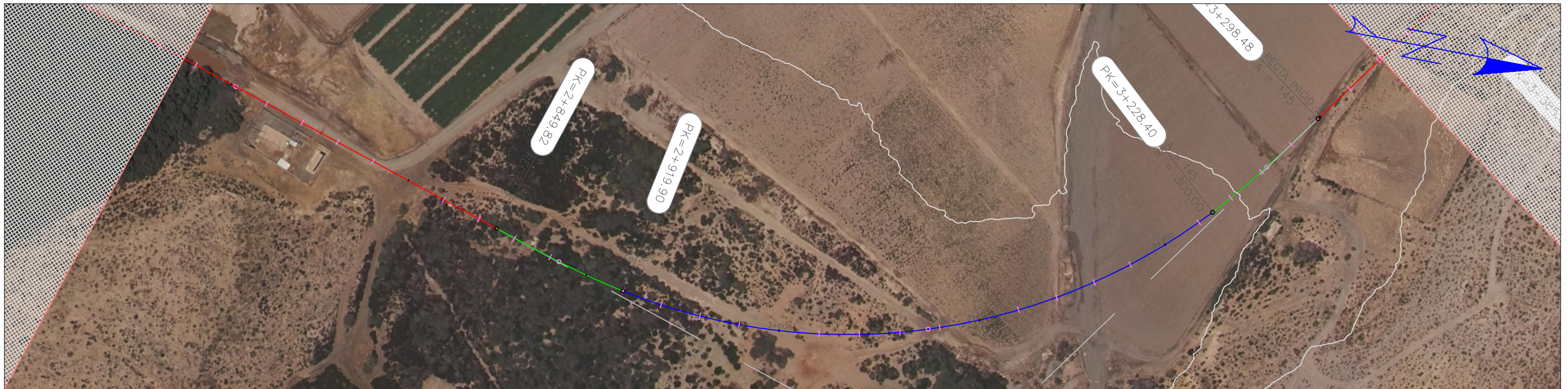
 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 3



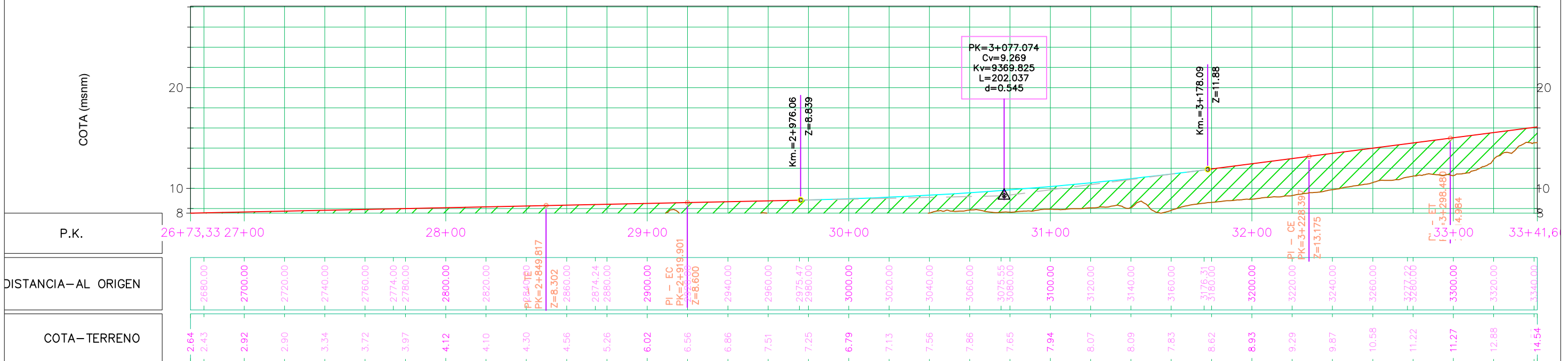
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 4



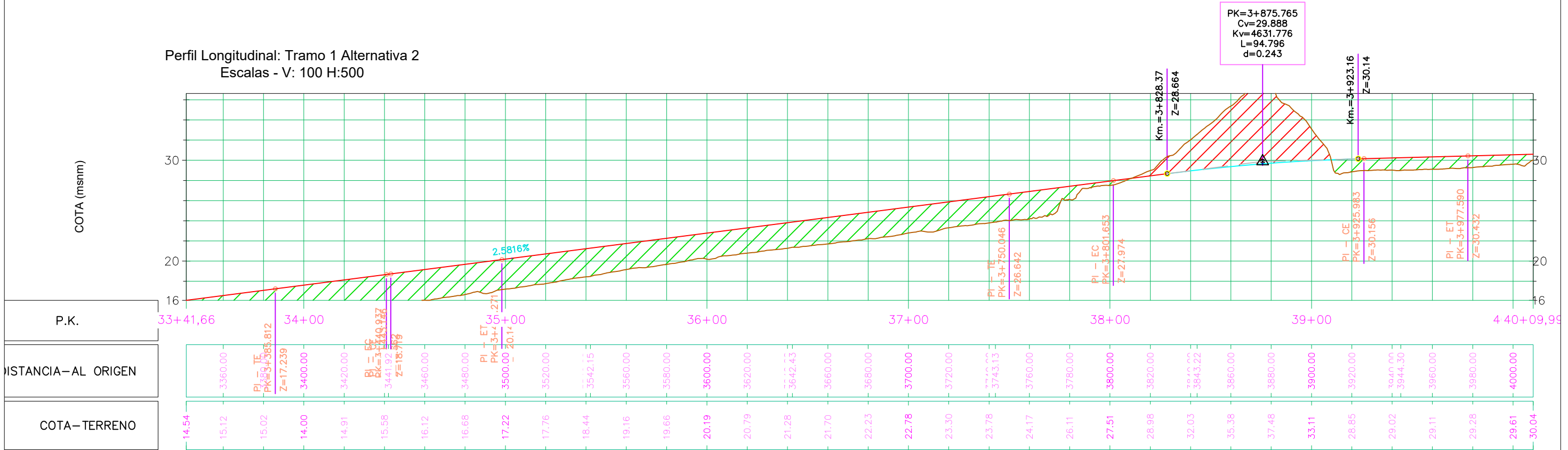
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 5



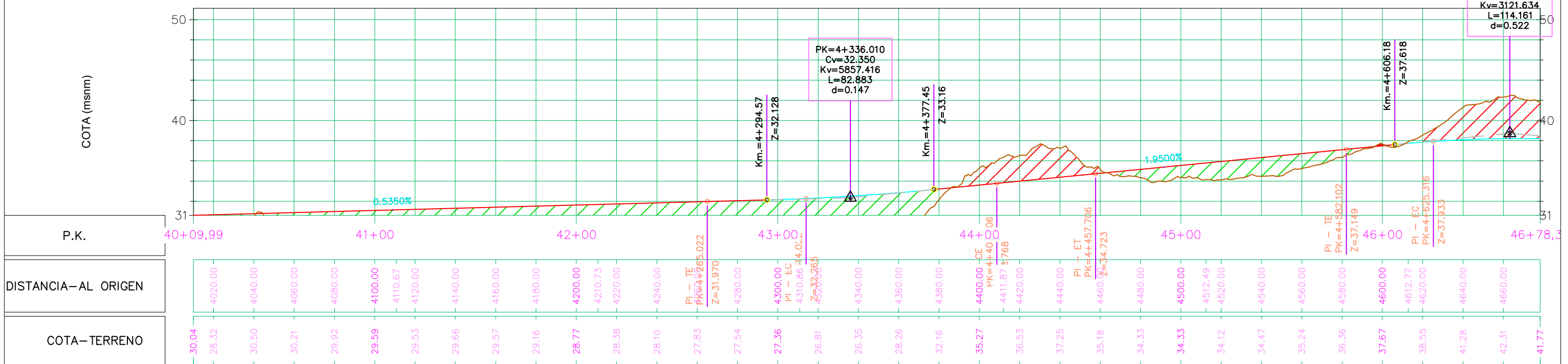
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



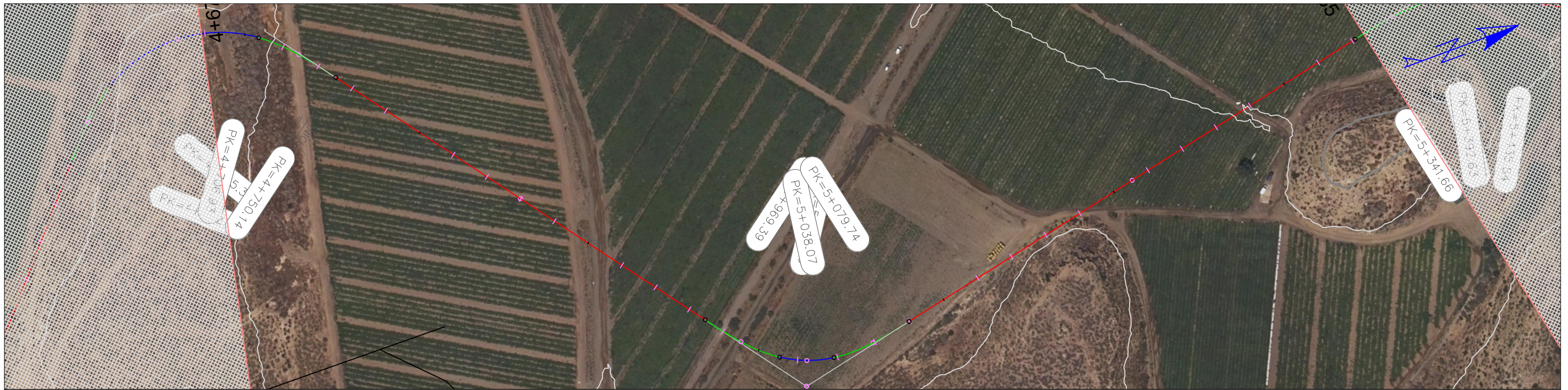
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 6



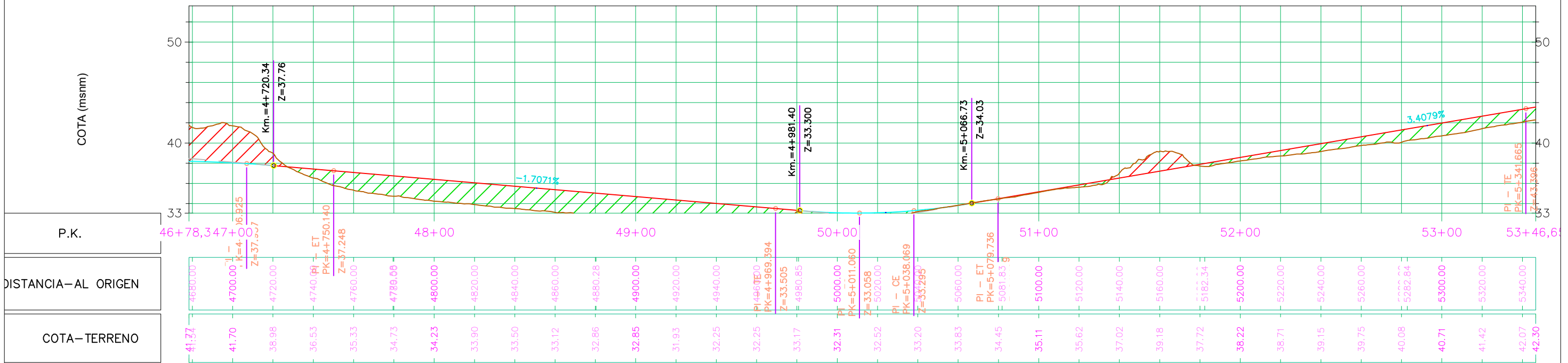
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



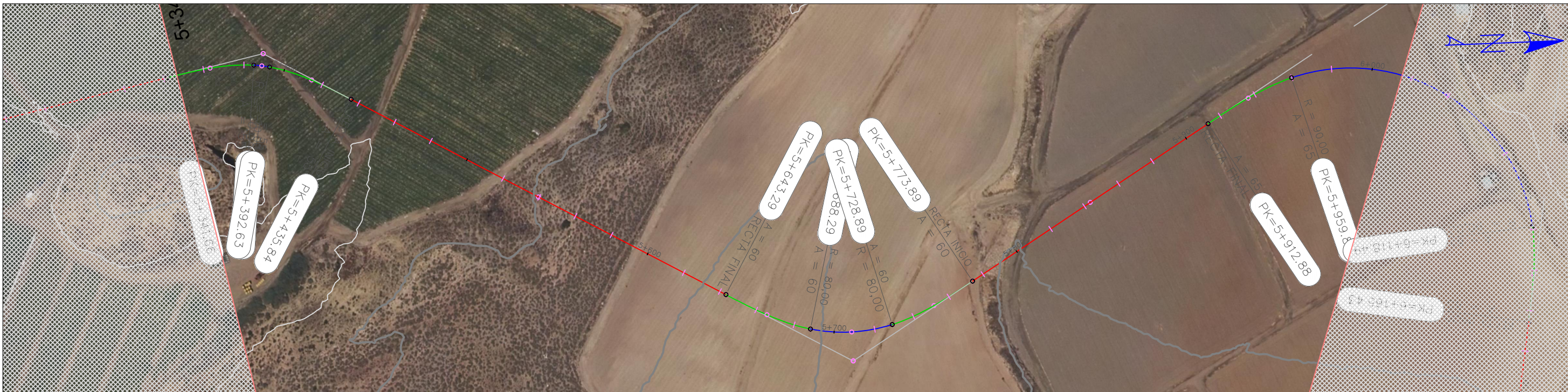
	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 7



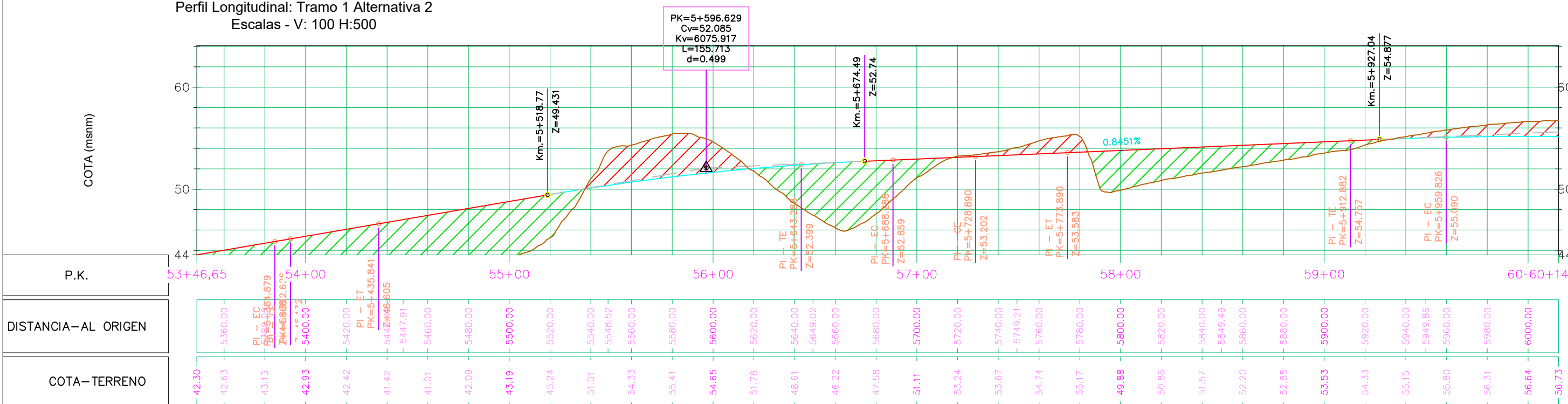
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 8



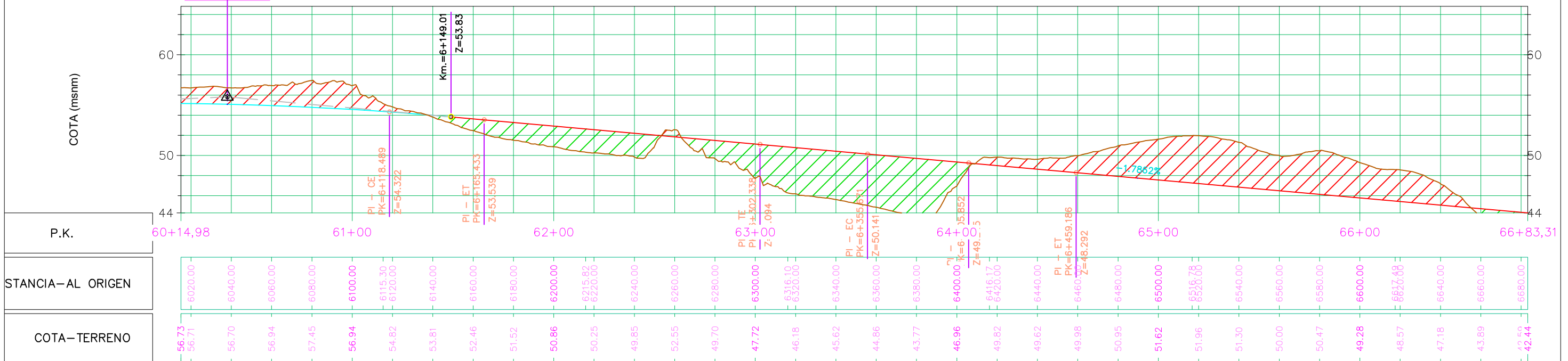
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



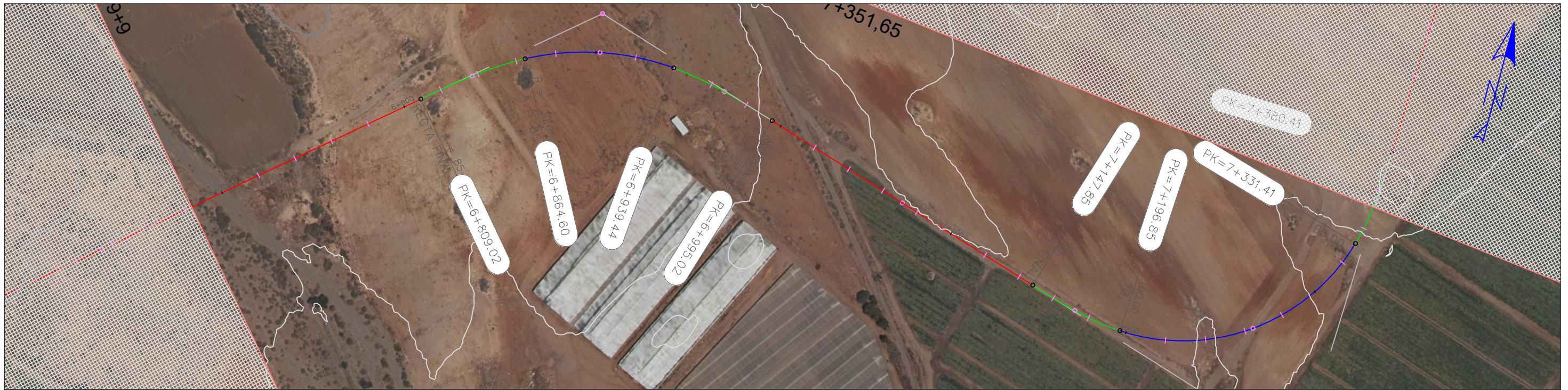
	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 9



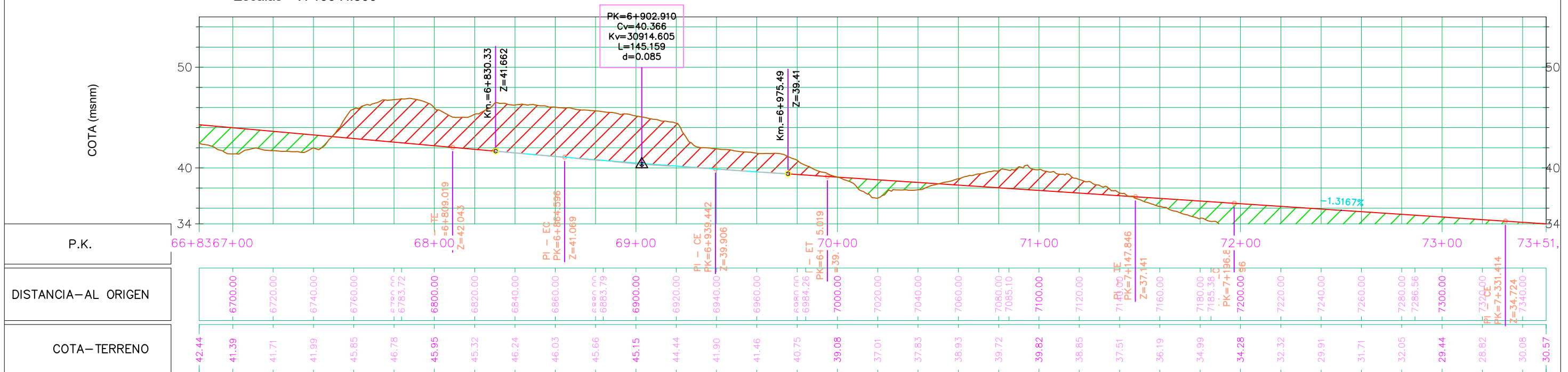
Perfil longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
 Tipo: Puente - V: 100 H:500
 PK=6+038.022
 Cv=55.815
 L=221.971
 d=0.750



	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 10



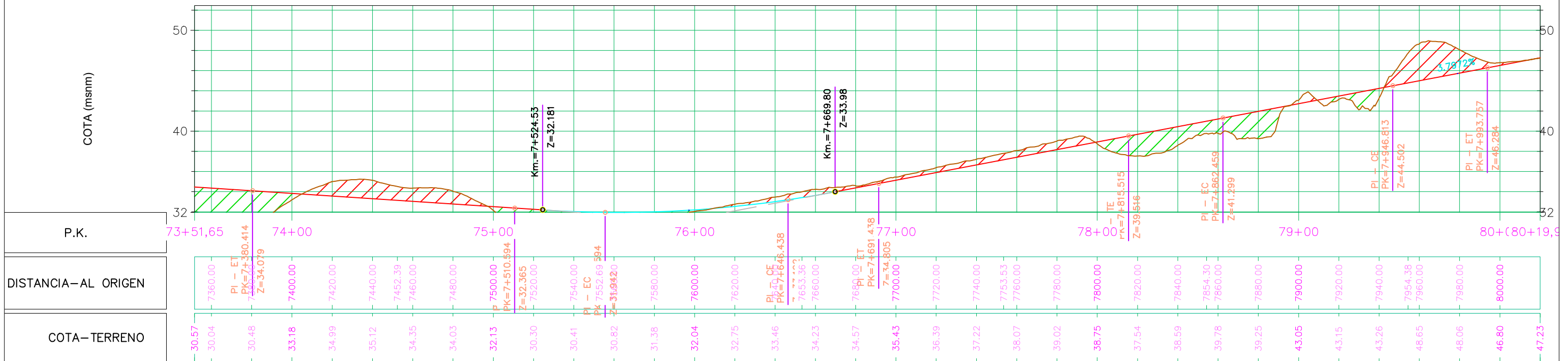
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



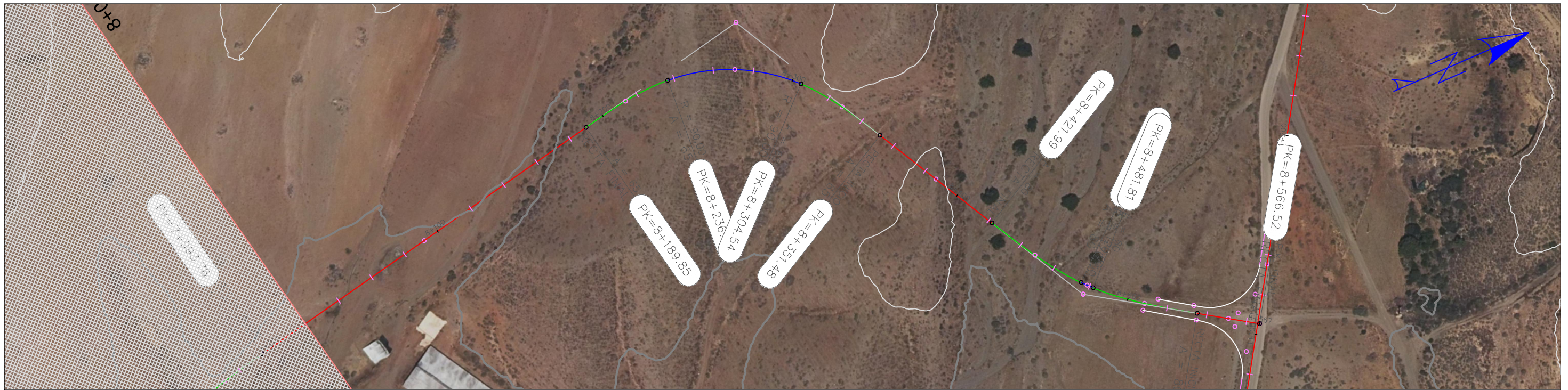
	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 11



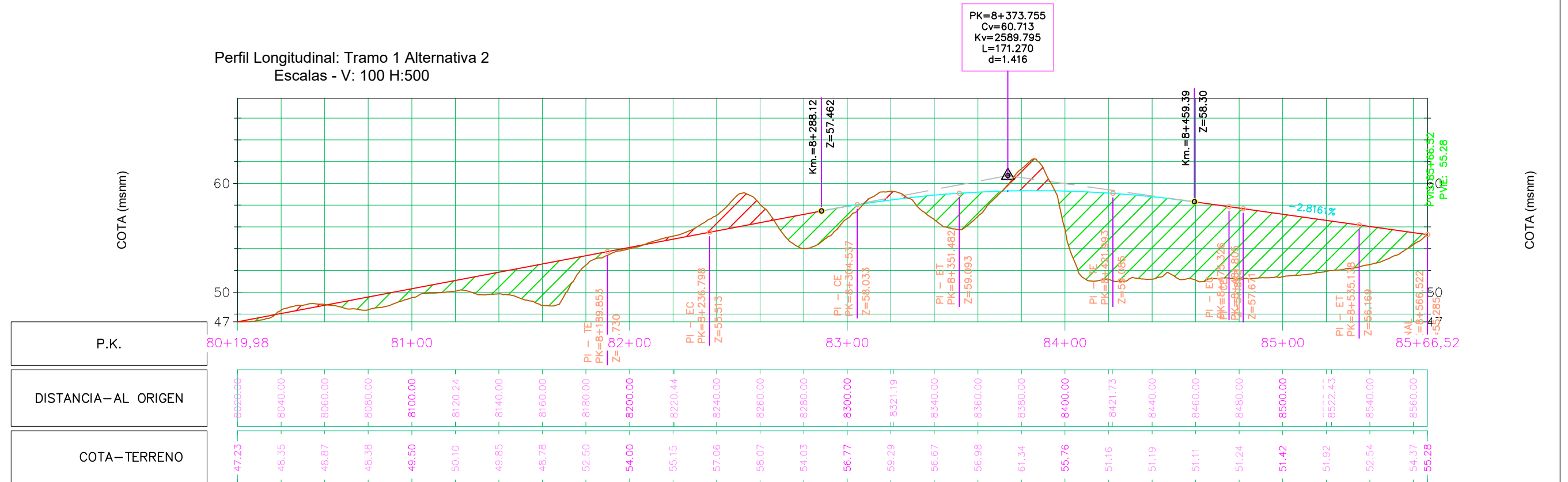
Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
		HOJA: 12							



Perfil Longitudinal: Tramo 1 Alternativa 2
Escalas - V: 100 H:500

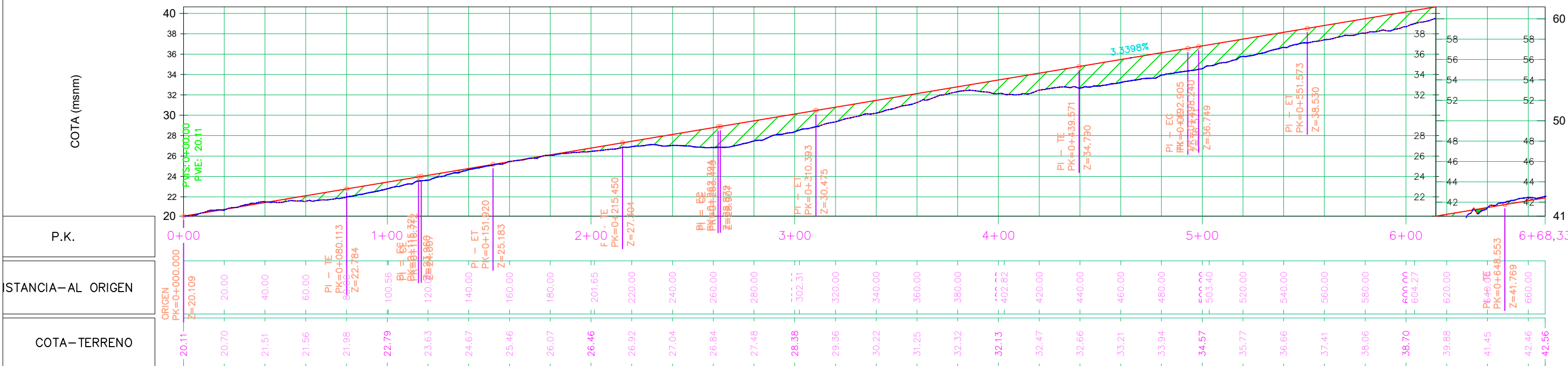


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
		HOJA: 13							



Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500

Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100,000 H: 500,0000



 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 14



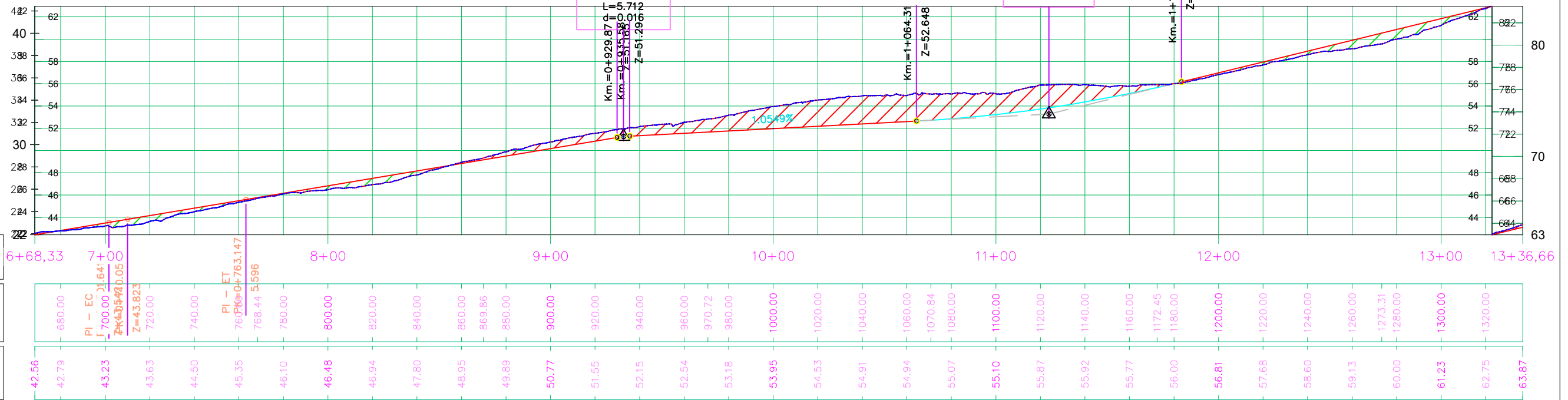
Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500

Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
V: 100,000 H: 500,0000

PK=1+123.806
Cv=53.276
Kv=3122.356
L=118.987
d=0.567

PK=0+932.727
Cv=51.260
Kv=250.000

COTA (msnm)

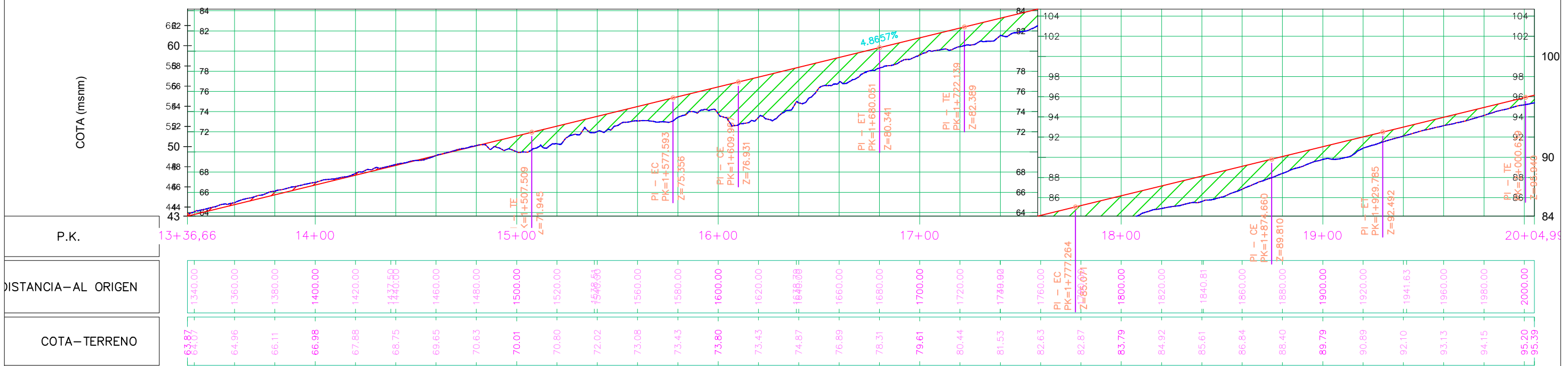


<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)</p>	<p>AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS</p>	<p>FDO: <i>Ana Rabal</i></p>	<p>TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>	<p>DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL</p>	<p>ESCALA: 1:2.000</p>	Nº de Plano: 4
									HOJA: 15



Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500

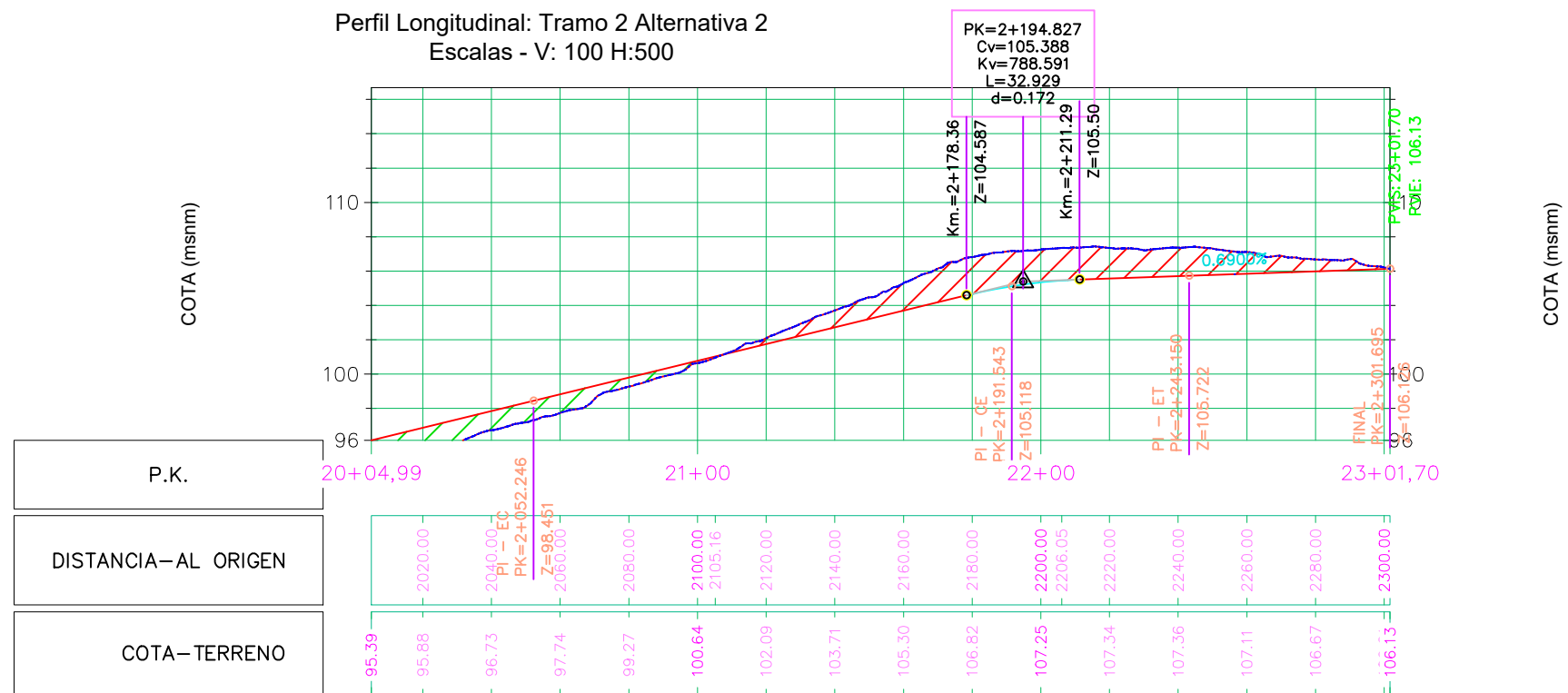
Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100,000 H: 500,0000



	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
								HOJA: 16

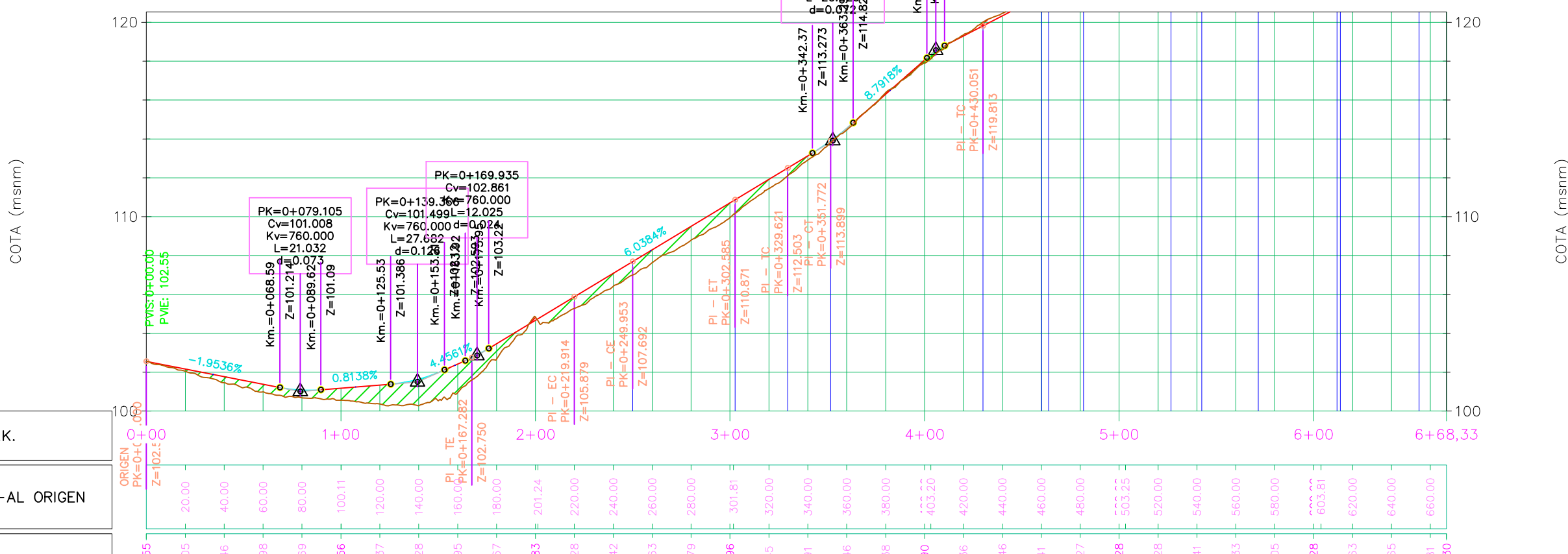


Perfil Longitudinal: Tramo 2 Alternativa 2
Escala - V: 100 H:500

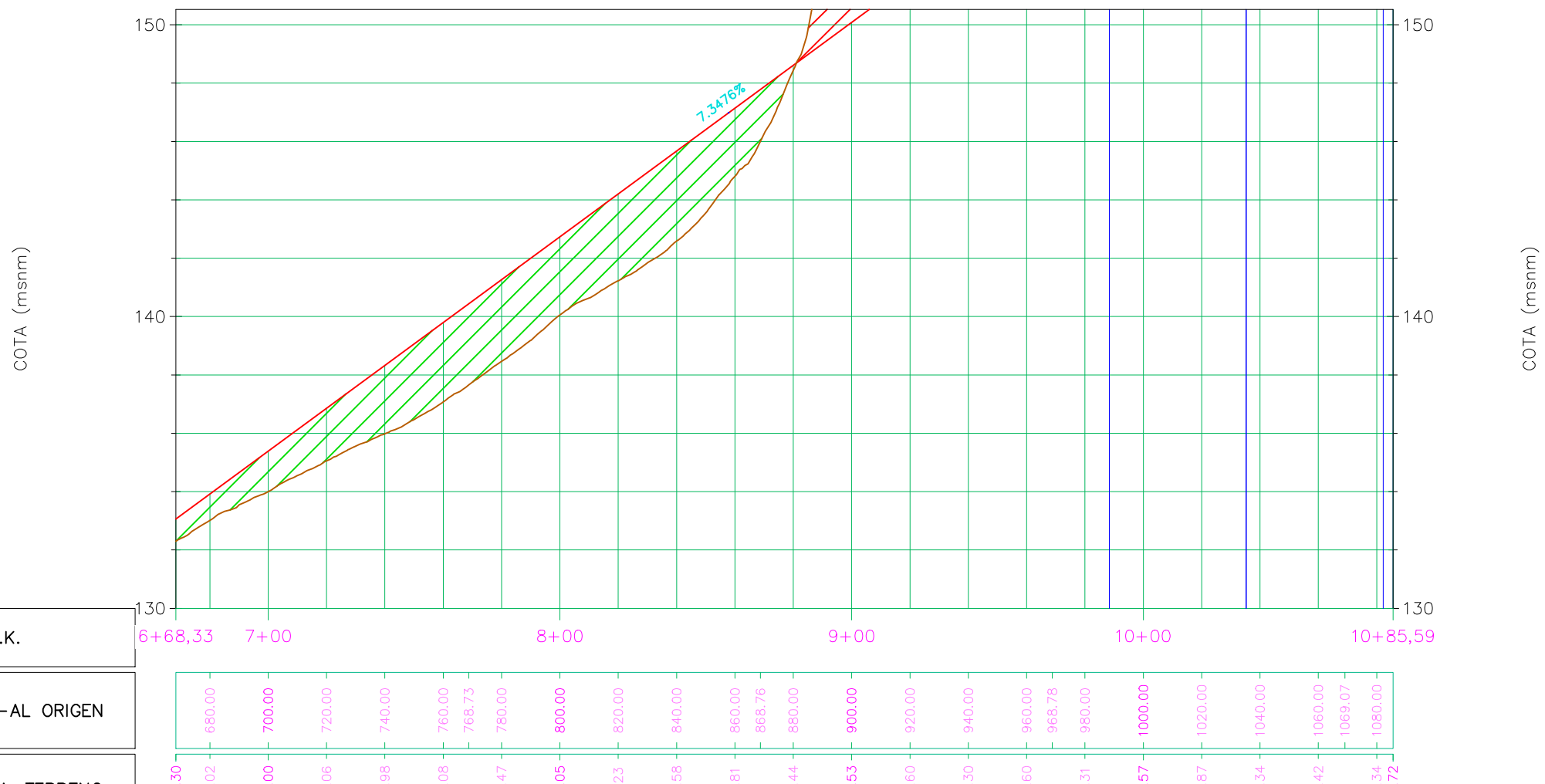




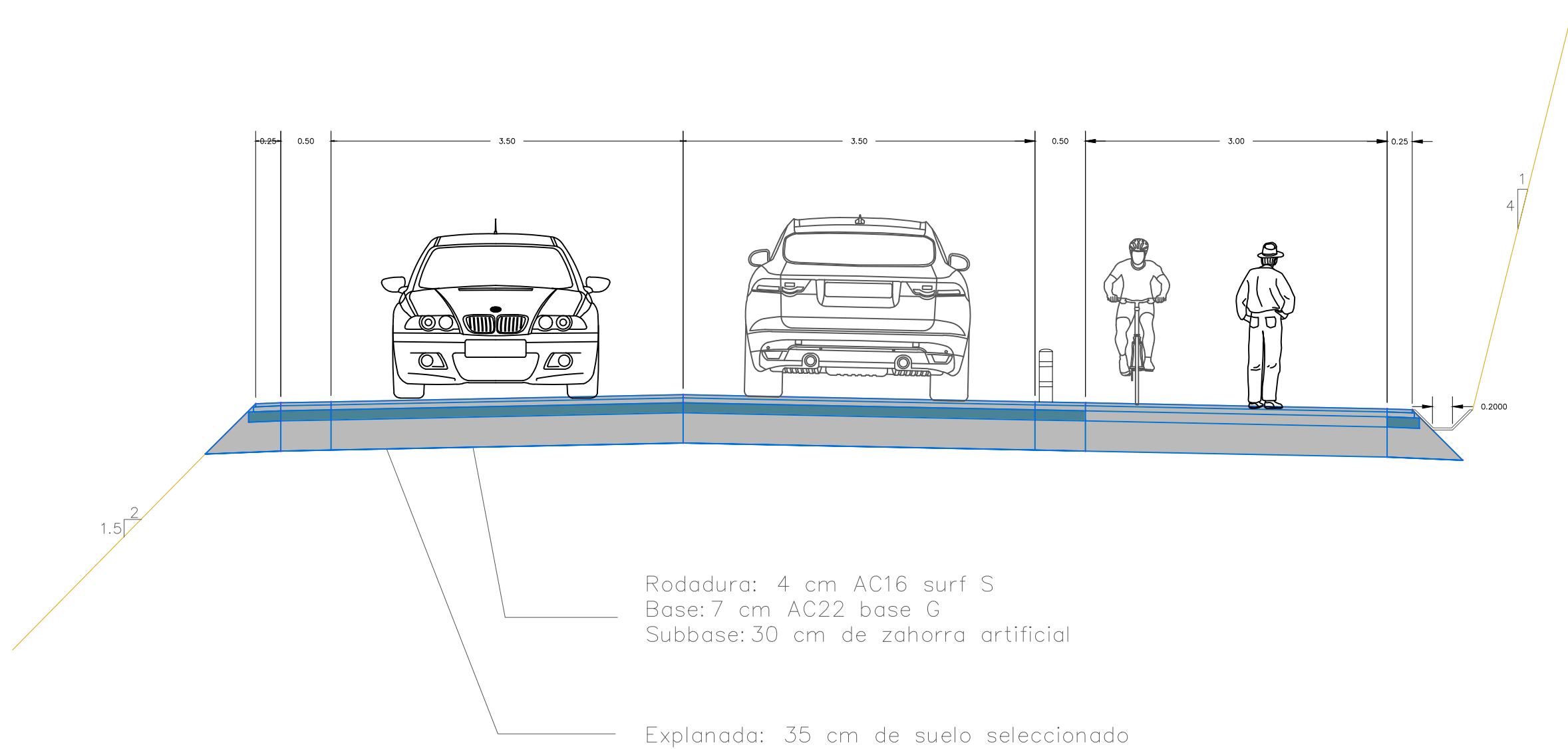
Perfil Longitudinal: Tramo 3 Alternativa 2
 Escalas - V: 50,000:1; 50,000:1



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 18

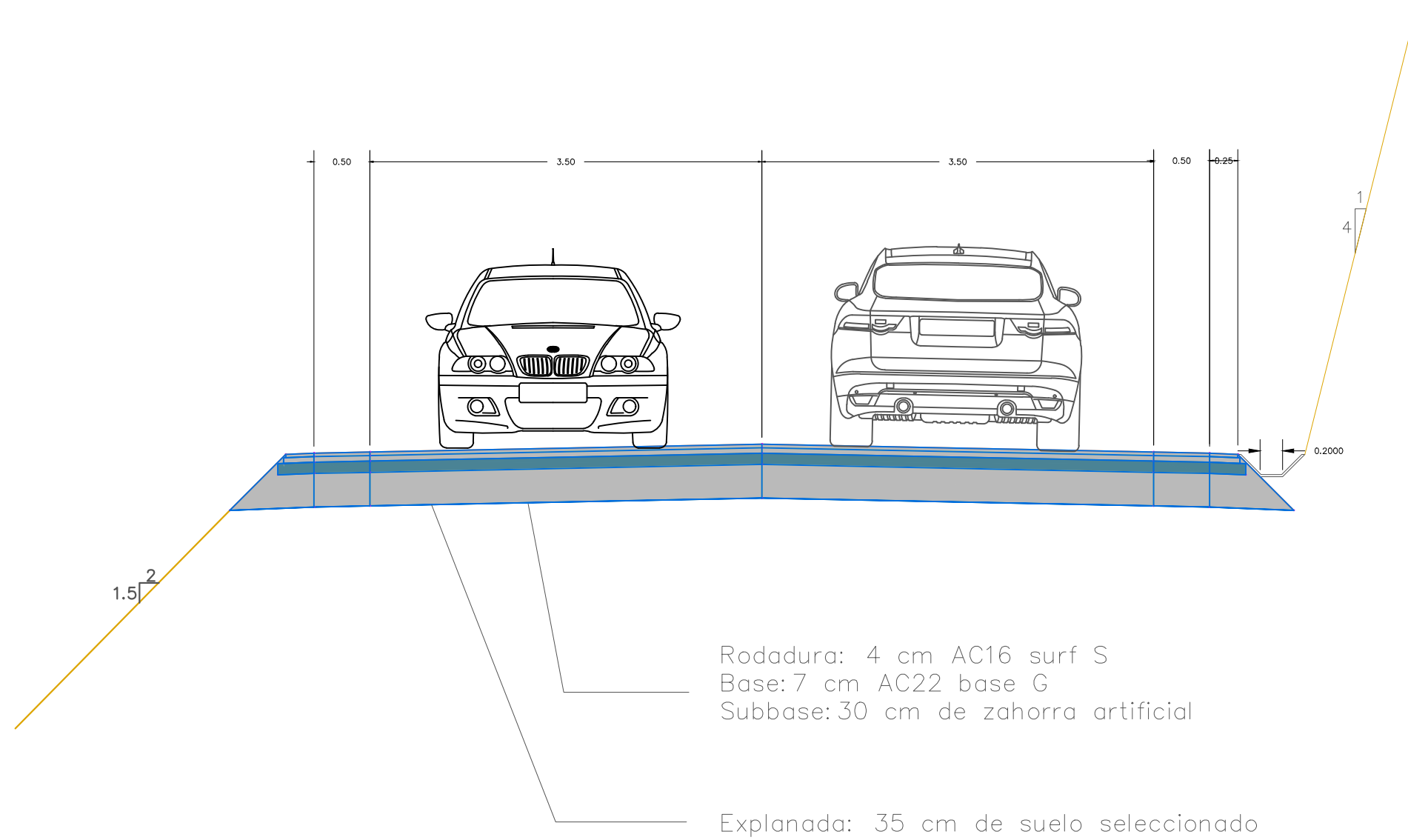


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS, (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: PLANTA Y PERFIL	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 4
									HOJA: 19



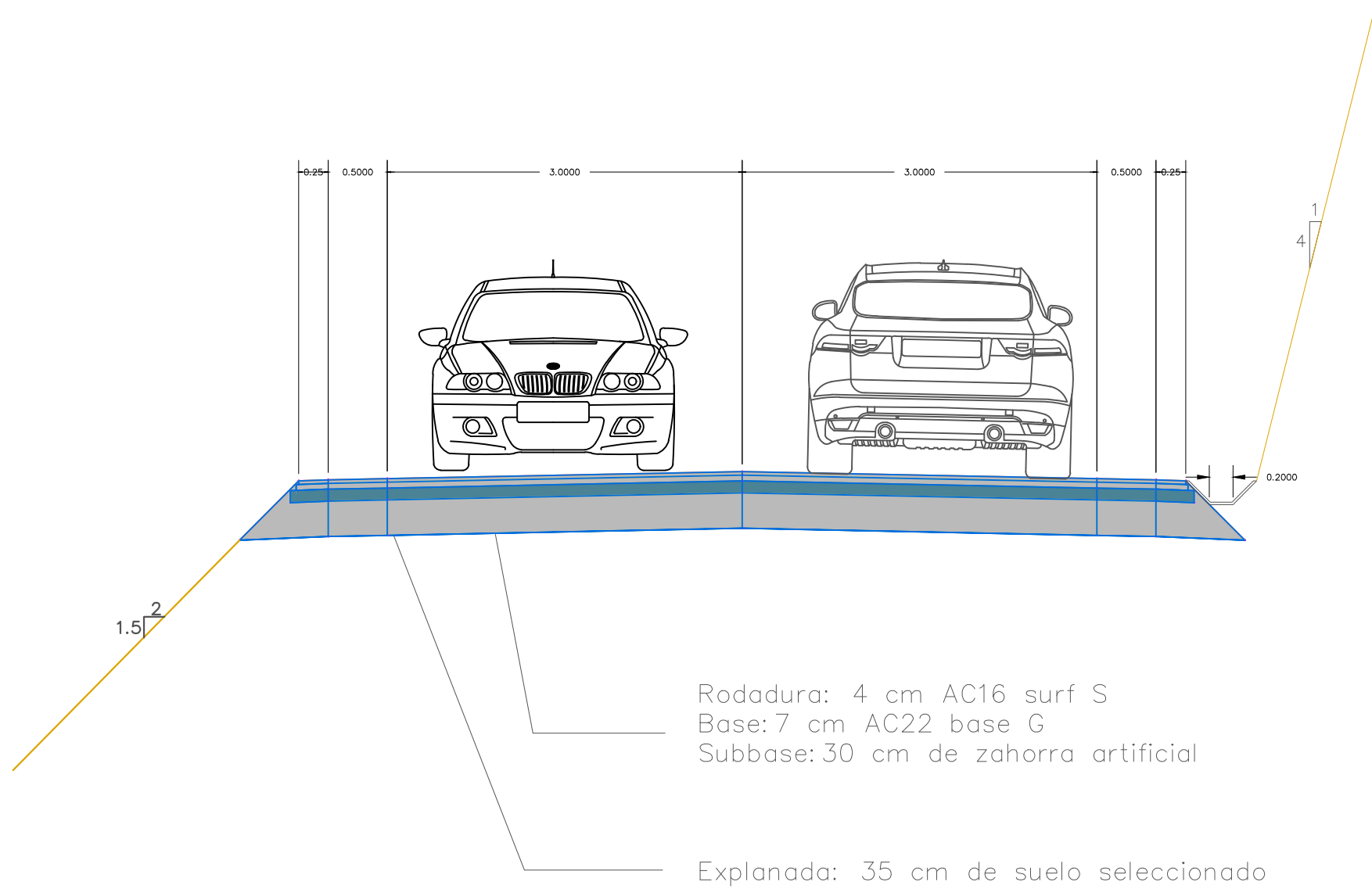
NOTA: Cotas en metros.

	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: SECCIÓN TIPO CON CARRIL BICI	ESCALA: 1:50	Nº de Plano: 5
								HOJA: 1



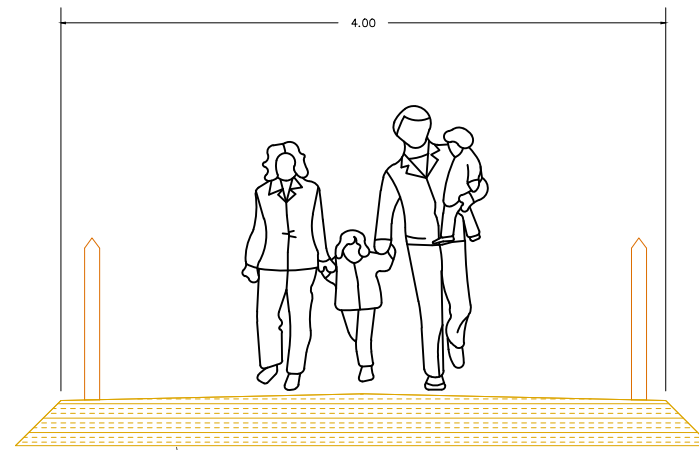
NOTA: Cotas en metros.

	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: SECCIÓN TIPO COMÚN	ESCALA: 1:50	Nº de Plano: 5
								HOJA: 2



NOTA: Cotas en metros.

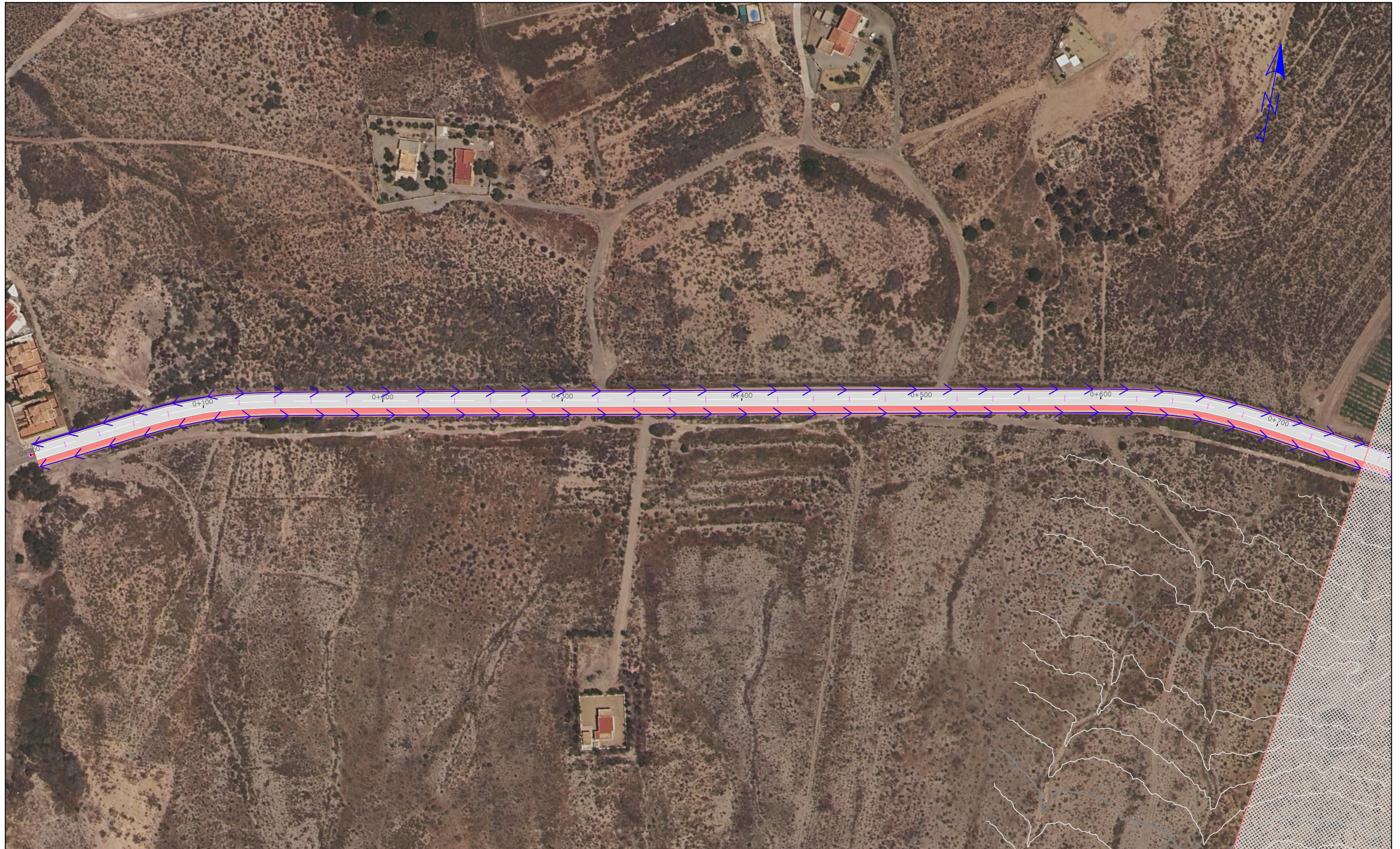
	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: SECCIÓN TIPO REDUCIDA	ESCALA: 1:50	Nº de Plano: 5
								HOJA: 3






Explanada: 35 cm de suelo seleccionado




NOTA: Cotas en metros.

	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: SECCIÓN CAMINOS DE ACCESO AL LITORAL	ESCALA: 1:50	Nº de Plano: 5
								HOJA: 4






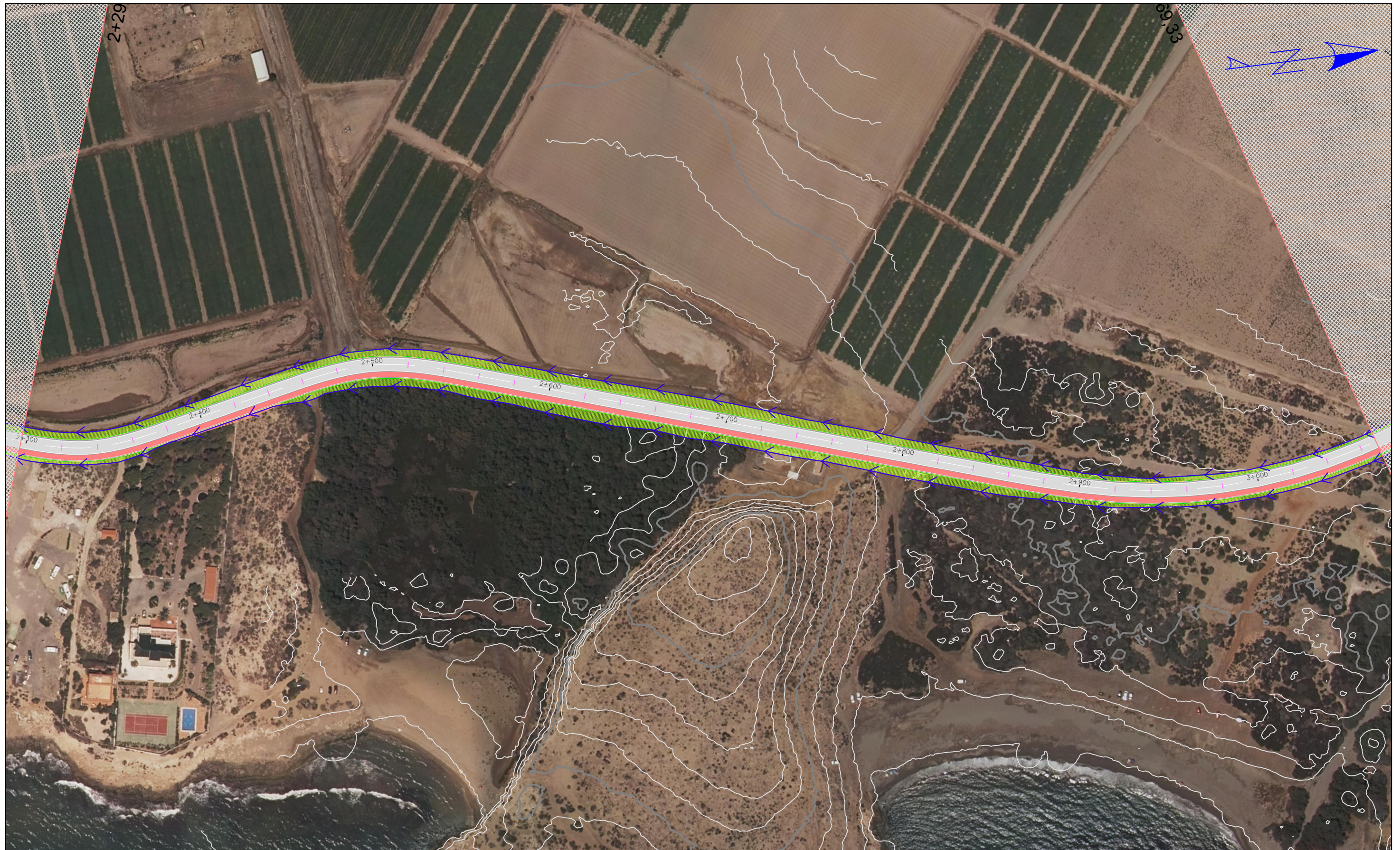
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6





 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6






 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6


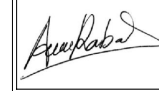


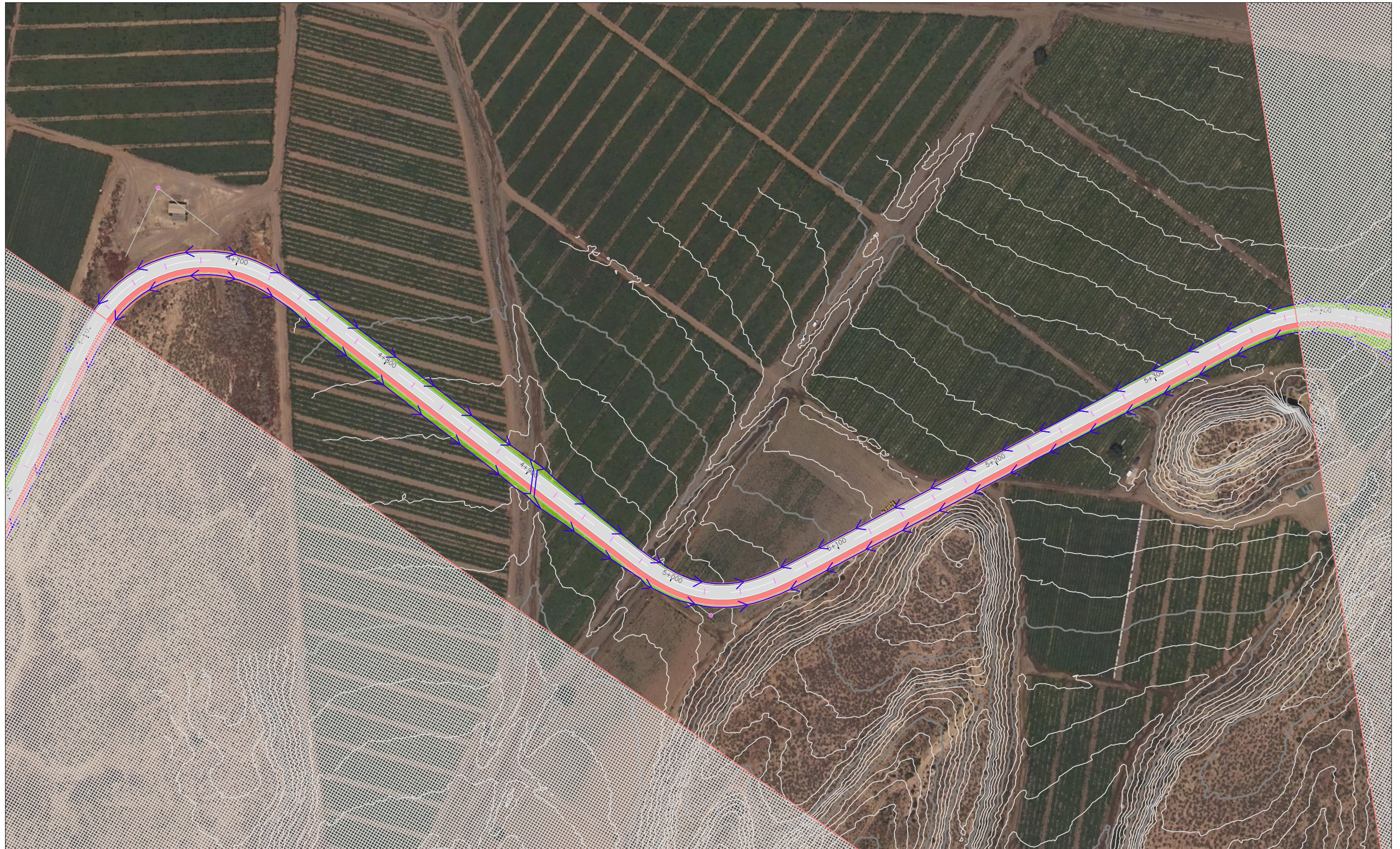
	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 4






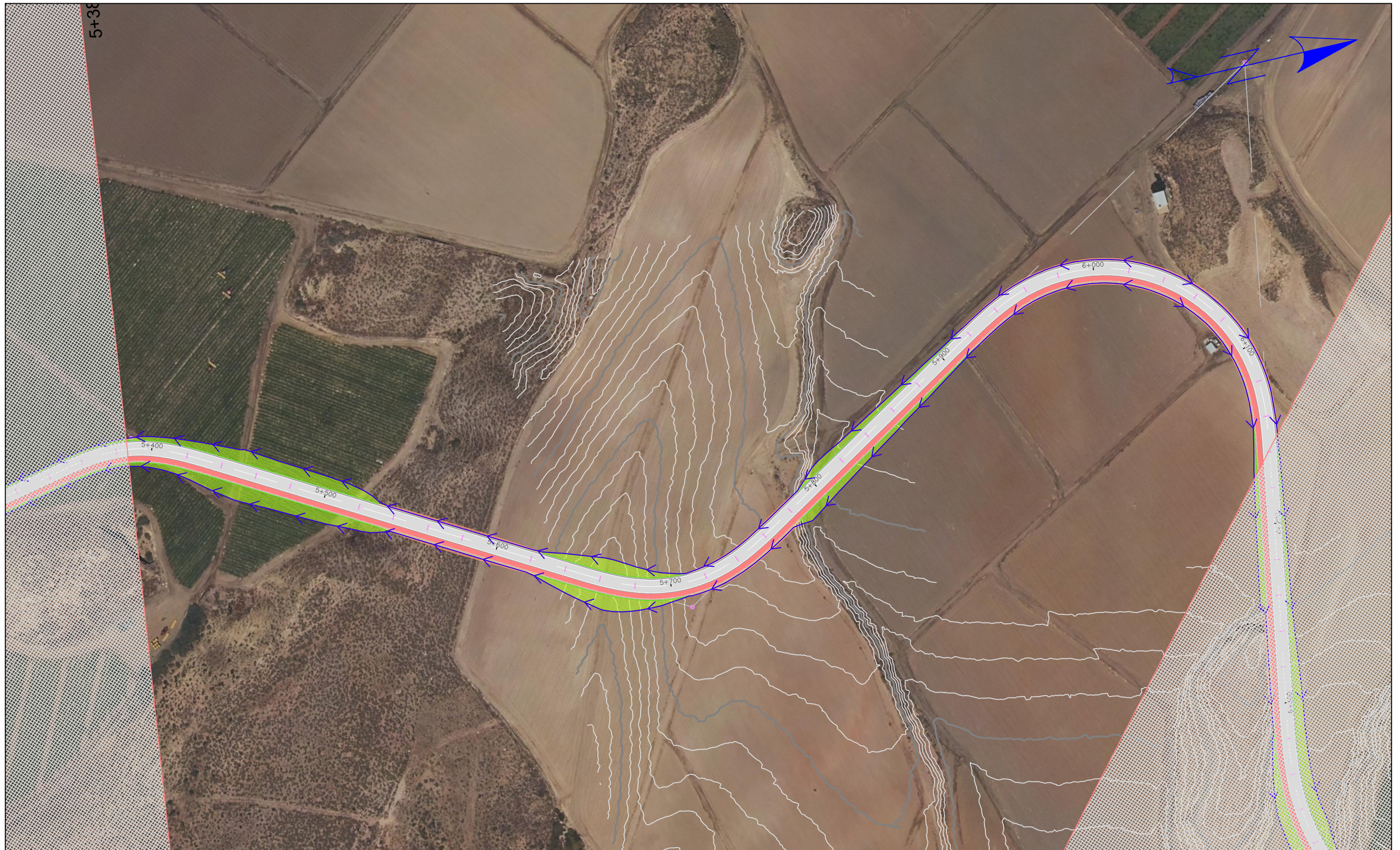
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6





 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 6





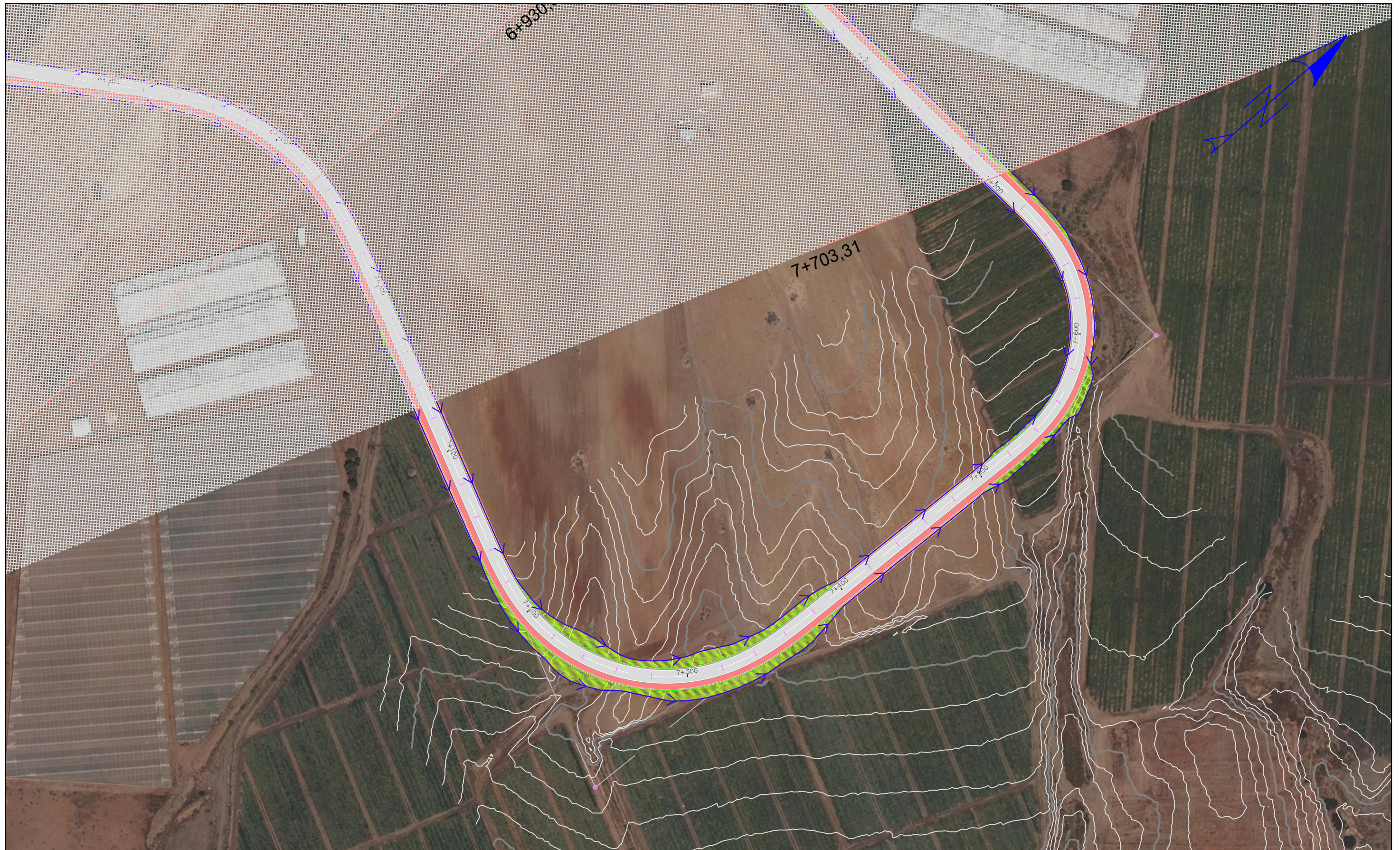
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6





 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 8





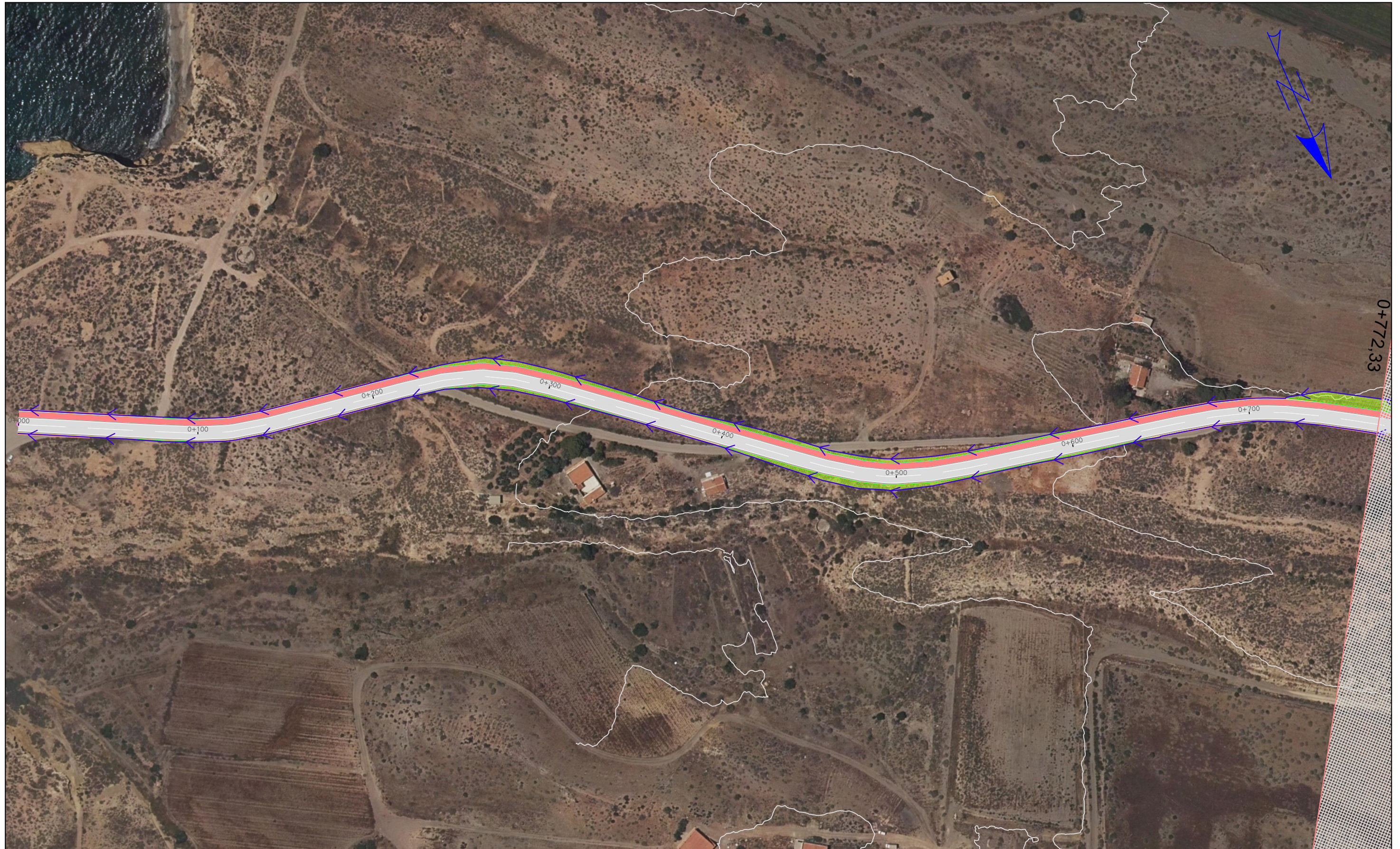
 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 9





 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 10





 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 11




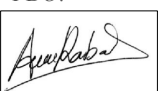
0+772,33

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6



 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 13



 ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DEL TFM: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)	AUTOR DEL TFM: ANA RABAL CORREAS	FDO: 	TUTOR DEL TFM: FCO JAVIER CAMACHO TORREGLOSA	FECHA: JULIO 2021	DESIGNACIÓN: RED DE DRENAJE	ESCALA: 1:2.000	Nº de Plano: 6
								HOJA: 15

DOCUMENTO Nº3. VALORACIÓN ECONÓMICA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio de alternativas para una nueva carretera de acceso al litoral de la Marina de Cope, en los municipios de Lorca y Águilas (Provincia de Murcia)
Documento nº3 VALORACIÓN ECONÓMICA



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C01 DEMOLICIONES									
U2001	m2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO								
	Despeje y desbroce del terreno con un espesor medio de 0,3 m., incluido el arranque de árboles y tocones, incluso el transporte a vertedero autorizado y canon.								
	PK 3+200 AL PK 8+567 (TRAMO 1)	1	5.367,00	13,50			72.454,50		
	PK 2+100 AL PK 2+300 (TRAMO 2)	1	200,00	10,50			2.100,00		
	PK 0+765 AL PK 1+086 (TRAMO 3)	1	321,00	10,50			3.370,50		
							77.925,00	0,90	70.132,50
U2003	m3 FRESADO DEL FIRME DE MEZCLA BITUMINOSA								
	Fresado del firme de mezcla bituminosa en caliente, incluso carga, barrido y transporte a vertedero o planta de reciclaje o lugar de empleo.								
		1	850,00	8,50	0,10		722,50		
							722,500	48,35	34.932,88
	TOTAL CAPÍTULO C01 DEMOLICIONES								174.336,13

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C02 MOVIMIENTOS DE TIERRA									
U2002	m3 DESMONTE EN TIERRAS, CON MEDIOS MECÁNICOS								
	Desmonte en tierras, con medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero, escarificado, nivelado y compactación de la base medido s/perfil								
			150000				150.000,00		
							150.000,000	2,35	352.500,00
U51046	m3 TERRAPLÉN MATERIAL SELECCIONADO								
	Terraplen con material seleccionado procedente de préstamos, extendido, regado y compactado con medios mecánicos al 100% del Proctor Modificado, en capas de 20 cm. máximo, incluso refino de taludes y formación de pendientes.								
			190000				190.000,00		
							190.000,000	3,05	579.500,00
U2004	m3 SUELO SELECCIONADO PROCEDENTE DE PRÉSTAMO								
	Suelo seleccionado procedente de préstamo, y acimiento granular o cartela para la formación de explanada en coronación de terraplén y en fondo de desmonte, canon de carretera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de coronación.								
		1	11.953,00	10,00	0,35		41.835,50		
							41.835,500	5,78	241.809,19
	TOTAL CAPÍTULO C02 MOVIMIENTOS DE TIERRA								1.173.809,19



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C03 DRENAJE									
U3001	m TUBO DE HORMIGÓN ARMADO D=1800 MM Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural HNE-20 de 10 cm de espesor y diámetro 1800 clase 180 (une-en 1916) con unión elástica y junta de goma, incluso sumidero, transporte a obra y colocación.	1	60,00			60,00			
							60,000	435,27	26.116,20
U3002	m CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA DE HORMIGÓN Cuneta revestida de hormigón de taludes 1:1 y profundidad 20 cm, completamente terminada.	1	23.906,00			23.906,00			
							23.906,000	31,57	754.712,42
TOTAL CAPÍTULO C03 DRENAJE									780.828,62

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 0123. FIRMES Y PAVIMENTOS									
U4001	m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Z.2. Base granular de zahorra artificial tipo Z.2. según P.G.3., extendida, regada y compactada en capas de espesor no superior a 20 cm. medido s/perfil.								
	PK 0-000 AL PK 8-567 (TRAMO 1)	1	8.567,00	11,50	0,30	29.556,15			
	PK 0-000 AL PK 1-100 (TRAMO 2)	1	1.100,00	11,50	0,30	3.795,00			
	PK 1-100 AL PK 1-850 (TRAMO 2)	1	750,00	8,50	0,30	1.912,50			
	PK 1-750 AL PK 2-100 (TRAMO 2)	1	350,00	7,50	0,30	787,50			
	PK 2-100 AL PK 2-300 (TRAMO 2)	1	200,00	8,50	0,30	510,00			
	PK 0-000 AL PK 0-450 (TRAMO 3)	1	450,00	8,50	0,30	1.147,50			
	PK 0-450 AL PK 0-765 (TRAMO 3)	1	315,00	7,50	0,30	708,75			
	PK 0-765 AL PK 1-086 (TRAMO 3)	1	321,00	8,50	0,30	818,55			
							39.236,950	12,00	470.631,40
U4002	m2 CAPA BASE AC22, BASE G e=7 cm. Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 BIN 50/70 D Calizo en capa intermedia de 4 cm, fabricada, puesta en obra, extendido y compactación, incluso filler y betún. Incluido el riego de imprimación con emulsión C50BF4 IMP.								
	PK 0-000 AL PK 8-567 (TRAMO 1)	1	8.567,00	11,50		98.520,50			
	PK 0-000 AL PK 1-100 (TRAMO 2)	1	1.100,00	11,50		12.650,00			
	PK 1-100 AL PK 1-850 (TRAMO 2)	1	750,00	8,50		6.375,00			
	PK 1-750 AL PK 2-100 (TRAMO 2)	1	350,00	7,50		2.625,00			
	PK 2-100 AL PK 2-300 (TRAMO 2)	1	200,00	8,50		1.700,00			
	PK 0-000 AL PK 0-450 (TRAMO 3)	1	450,00	8,50		3.825,00			
	PK 0-450 AL PK 0-765 (TRAMO 3)	1	315,00	7,50		2.362,50			
	PK 0-765 AL PK 1-086 (TRAMO 3)	1	321,00	8,50		2.728,50			
							130.786,500	6,48	847.496,52
U4003	m2 CAPA RODADURA AC16, SURF S e= 4 cm. Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 SURF 50/70 D Calizo en capa de rodadura de 4 cm. fabricada, puesta en obra, extendido y compactación, incluso filler y betún. Incluido el riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH.								
	PK 0-000 AL PK 8-567 (TRAMO 1)	1	8.567,00	11,50		98.520,50			
	PK 0-000 AL PK 1-100 (TRAMO 2)	1	1.100,00	11,50		12.650,00			
	PK 1-100 AL PK 1-850 (TRAMO 2)	1	750,00	8,50		6.375,00			
	PK 1-750 AL PK 2-100 (TRAMO 2)	1	350,00	7,50		2.625,00			
	PK 2-100 AL PK 2-300 (TRAMO 2)	1	200,00	8,50		1.700,00			
	PK 0-000 AL PK 0-450 (TRAMO 3)	1	450,00	8,50		3.825,00			
	PK 0-450 AL PK 0-765 (TRAMO 3)	1	315,00	7,50		2.362,50			
	PK 0-765 AL PK 1-086 (TRAMO 3)	1	321,00	8,50		2.728,50			
							130.786,500	4,57	597.694,31
TOTAL CAPÍTULO 0123. FIRMES Y PAVIMENTOS									1.916.022,23



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C05 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA									
U5001	m MARCA VIAL DISCONTINUA ACRÍLICA 10 CM Marca vial reflexiva discontinua blanca/amarilla de 10 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, realmente pintado, incluso pre-marcaje.	1	8.247,00			8.247,00			
							8.247,000	0,37	3.051,39
U5002	m MARCA VIAL CONTINUA ACRÍLICA 10 CM Marca vial reflexiva continua blanca/amarilla de 10 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, realmente pintado, incluso pre-marcaje.	1	23.906,00			23.906,00			
							23.906,000	0,39	9.323,34
U5003	m MARCA VIAL CONTINUA ACRÍLICA 15 CM Marca vial reflexiva continua blanca/amarilla de 15 cm. de ancho, ejecutada con pintura acrílica y aplicación de microesferas de vidrio con una dotación de 480 gr./m2, realmente pintado, incluso pre-marcaje.	1	11.953,00			11.953,00			
							11.953,000	0,41	4.900,73
U5004	m2 PINTURA TERMOPLÁSTICA EN CEBRADOS Pintura termoplástica en frío dos componentes, reflexiva, con una dotación de pintura de 3 kg/m2, y 0,6 kg/m2 de microesferas de vidrio, en cebrados, realmente pintado, incluso bardo y premarcaje sobre el pavimento.	25	5,00	0,50		62,50			
							62,500	12,69	793,13
U5005	m2 PINTURA TERMOPLÁSTICA EN SÍMBOLOS Pintura termoplástica en frío dos componentes, reflexiva, blanca, en símbolos y flechas, realmente pintado, incluso bardo y premarcaje sobre el pavimento, con una dotación de pintura de 3 kg/m2 y 0,6 kg/m2 de microesferas de vidrio.	8	1,50			12,00			
							12,000	15,93	191,16
U5006	u SEÑAL TRIANGULAR REFLECTANTE. I=60 CM Señal triangular reflec. I=60 m, incluso poste de sustentación de acero galvanizado de 80x40 mm (0,30 m. de cimentación, 2,20 m. de galbo y 0,60 m de señal), incluso rotura de pavimento con compesor y excavación manual en terreno para hueco de la cimentación. incluso dado de hormigón HM-20/P/25/I DE 0,50x0,50x0,60 m. incluso elementos de anclaje de acero galvanizado, totalmente colocada.	4				4,00			
							4,000	96,21	384,84
U5007	u SEÑAL CIRCULAR REFLECTANTE. I=60 CM Señal circular reflec. I=60 m, incluso poste de sustentación de acero galvanizado de 80x40 mm (0,30 m. de cimentación, 2,20 m. de galbo y 0,60 m de señal), incluso rotura de pavimento con compesor y excavación manual en terreno para hueco de la cimentación. incluso dado de hormigón HM-20/P/25/I DE 0,50x0,50x0,60 m. incluso elementos de anclaje de acero galvanizado, totalmente colocada.	8				8,00			
							8,000	98,85	790,80
U5008	u SEÑAL OCTOGONAL DE TENECIÓN OBLIGATORIA Señal octogonal de detención obligatoria (STOP), incluso poste de sustentación de acero galvanizado de 80x40 mm (0,30 m. de cimentación, 2,20 m. de galbo y 0,60 m de señal), incluso rotura de pavimento con compesor y excavación manual en terreno para hueco de la cimentación. incluso dado de hormigón HM-20/P/25/I DE 0,50x0,50x0,60 m. incluso elementos de anclaje de acero galvanizado, totalmente colocada.	2				2,00			

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UE5009	u BOLARDO BALIZA h=50 Bolarde baliza h=50 básica, hito de balizamiento y señalización de tráfico, totalmente instalada.						2,000	114,19	228,38
							6500		6.500,00
							6.500,000	19,65	127.725,00
TOTAL CAPÍTULO C05 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA									147.388,77
TOTAL									4.192.384,94



RESUMEN DE PRESUPUESTO

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA UNA NUEVA CARRETERA DE ACCESO AL LITORAL DE LA MARINA DE COPE, EN LOS MUNICIPIOS DE LORCA Y ÁGUILAS (PROVINCIA DE MURCIA)

		EUROS	%
CAPITULO	RESUMEN		
C01	DEMOLICIONES	174.336,13	3,98
C02	MOVIMIENTOS DE TIERRA	1.173.809,19	26,77
C03	DRENAJE	780.828,62	17,81
0123.	FIRMES Y PAVIMENTOS	1.916.022,23	43,69
C05	SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA	147.388,77	3,36
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		4.192.384,94	
	13,00% Gastos generales	545.010,04	
	6,00% Beneficio industrial	251.543,10	
	SUMA DE G.G. y B.I.	796.553,14	
	21,00% I.V.A.	1.047.677,00	1.047.677,00
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		6.036.615,08	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		6.036.615,08	

Asiende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEIS MILLONES TREINTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS QUINCE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

LORCA, a 30 de junio de 2021.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA